

**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: «Покращення транспортних споживчих властивостей регульованих перехрещень вулично-дорожньої мережі міста»


Виконав: здобувач вищої освіти
групи ОПАТ-19д
Беркут С.О.


.....
(підпис)

Керівник: доц. Мірошникова М.В.


.....
(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
Беркут С.О.**

1. Тема роботи: Покращення транспортних споживчих властивостей регульованих перехрещень вулично-дорожньої мережі міста

Керівник роботи: Мірошникова М.В., 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 стану регульованих перехресть в містах, Дані порівняння методик оцінки пропускної здатності смуги руху для умовно сумісних потоків. Принцип і приклад пріоритетного пропуску автобусів в Німеччині перед регульованим перехрестям.

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Стан регульованих перехресть і методи оцінки їх споживчих властивостей. Споживчі властивості ізольованих регульованих перехресть в Україні і за кордоном і методи їх оцінки. Порівняння методик оцінки пропускної здатності смуги руху для умовно сумісних потоків в США і ФРН. Методи підвищення споживчих властивостей на регульованих перехрестях. Проведені дослідження пропускної здатності обладнаних світлофорами смуг руху автомобільних доріг.

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

Аналіз стану регульованих перехресть в містах. Порівняння методик оцінки пропускної здатності смуги. Модель пропуску умовно сумісного потоку автомобілів, що повертають направо руху для умовно сумісних потоків. Методи підвищення споживчих властивостей на регульованих перехрестях. Номограма для вибору типу планувальних рішень перетинів.

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

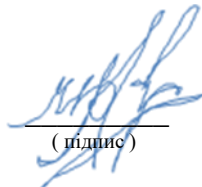
№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів	Примітка
	Робота з матеріалами	19.05.23	
	Пошук літературних джерел та обробка інформації	25.05.23	
	Аналіз діючих нормативних документів	29.05.23	
	Виконання технологічної частини	03.06.23	
	Виконання проектної частини	05.06.23	
	Принцип роботи та схеми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

Здобувач


(підпис)

Беркут С.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Мірошникова М.В.
(прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. аркушів	№ екз.	Прим.
1						
2			<u>Документація загальна</u>			
3						
4	A1	РКБ.ОПАТ-19д.316.Т1	Вихідні дані роботи	1	-	слайд
5	A1	РКБ.ОПАТ-19д.316.Т2	Мета, об'єкт, предмет та методи виконання роботи	1	-	слайд
6						
7	A1	РКБ.ОПАТ-19д.316.Т3	Аналіз стану регульованих перехресть в містах	1	-	слайд
8						
9	A1	РКБ.ОПАТ-19д.316.Т4	Порівняння методик оцінки пропускної здатності смуги руху для умовно сумісних потоків	1	-	слайд
10						
11	A1	РКБ.ОПАТ-19д.316.Т5	Модель пропуску умовно сумісного потоку автомобілів, що повертають направо	1	-	слайд
12						
13						
14	A1	РКБ.ОПАТ-19д.316.Т6	Методи підвищення споживчих властивостей на регульованих перехрестях	1	-	слайд
15						
16	A1	РКБ.ОПАТ-19д.316.Т7	Номограма для вибору типу планувальних рішень перетинів	1	-	слайд
17						
18	A1	РКБ.ОПАТ-19д.316.Т8	Висновки	1	-	слайд
19	A1		<u>Разом листів</u>	8	-	
20						
21	A4	РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ	Пояснювальна записка	51	-	
22						
23						

					РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ		
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Беркут С.О			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.						3	51
Керівн.		Мірошникова			Відомість кваліфікаційної роботи бакалавра		
Н. контр.							
Затв.		Чернецька					

РЕФЕРАТ

Робота кваліфікаційна бакалавра: 51 с., 12 рис., 5 табл., 13 джер.,
8 граф.арк. (слайдів)

Мета роботи – Аналіз та дослідження методики підвищення споживчих властивостей регульованих перехресть вулично-дорожньої мережі міста.

Об'єкт – Технології регулювання перехресть в містах.

Предмет – Застосування методів підвищення споживчих властивостей на регульованих перехрестях в містах.

Методи виконання роботи – порівняльно-аналітичні, математичні.

Проведений аналіз використовуваних в даний час в Україні методів оцінки споживчих властивостей регульованих перехресть.

Аналіз різних методів регулювання дорожнього руху на регульованих перехрестях на вулично-дорожньої мережі міст, показав, що незалежно від методу регулювання, що застосовується як в Україні, так і за кордоном параметри управління регульованим перехрестям ґрунтуються на величинах потоку насичення. Тому завдання уточнення величин по напруженню насичення, вжиття заходів забезпечення його максимального значення для сучасних дорожньо-транспортних умов є актуальним.

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, МОДЕЛЬ, ПЕРЕХРЕСТЯ, СВІТЛОФОРИ,
ДОРОЖНІЙ РУХ, РЕГУЛЮВАННЯ, НАСИЧЕННЯ, ВЛАСТИВОСТІ

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Беркут С.О</i>					4	51
<i>Перевір.</i>								
<i>Керівн.</i>		<i>Мірошникова</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Чернецька</i>						
						<i>СНУ ім. В. Даля, Кафедра ЛУБРТ</i>		

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1. Стан регульованих перехресть і методи оцінки їх споживчих властивостей.....	7
1.1.1 Аналіз стану регульованих перехресть в містах.....	7
1.2. Споживчі властивості ізольованих регульованих перехресть в Україні і за кордоном і методи їх оцінки	11
1.2.1 Аналіз оцінюваних споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть.....	11
1.2.2 Оцінка пропускної здатності смуги руху на ізольованому регульованому перехресті.....	12
1.2.3 Порівняння методик оцінки пропускної здатності смуги руху для умовно сумісних потоків в США і ФРН.....	13
1.2.4 Безпека дорожнього руху на регульованому перехресті.....	16
1.2.5 Екологічні споживчі властивості регульованих перехресть.....	18
2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	22
2.1. Методи підвищення споживчих властивостей на регульованих перехрестях.....	22
2.2. Проведені дослідження пропускної здатності обладнаних світлофорами смуг руху автомобільних доріг	30
2.3. Методика проведення експерименту.....	35
Висновки.....	50
Список використаних джерел.....	51

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.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.

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. На РП міст України походить від 8,8 до 24,4% ДТП (чим більше місто, тим більше ДТП припадає на регульовані перехрестя). Зарубіжні дані також підтверджують це, так дослідження Wiltschko [5] в Штутгарті (Німеччина) показало, що 58% ДТП припадає на перехрестя, а 21% ДТП на РП, при цьому витрати від ДТП на РП 34% і вище, ніж витрати від ДТП на регульованих дорожніми знаками перехрестях (15%). При цьому встановлено, що безпека дорожнього руху багато в чому визначається споживчими властивостями, прийнятими в залежності від точності оцінки пропускну здатності на 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.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						6
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Стан регульованих перехресть і методи оцінки їх споживчих властивостей

1.1.1. Аналіз стану регульованих перехресть в містах

В останнє десятиліття зі зростанням рівня автомобілізації не тільки мегаполіси Київ і Харків, а й такі міста як Одеса, Львів, Дніпро 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. Так, наприклад, в м Харків на 68% РП регулярно утворюються затори [5]. Очевидно, що з подальшим ростом рівнів автомобілізації в Україні ці проблеми будуть загострюватися, тому одним із завдань транспортної стратегії до 2030 р [8] є усунення «вузьких місць», до яких відносять ізольовані регульовані перехрестя (ІРП), де істотно змінюються умови, режими і склад транспортних потоків.

За даними КСОДД [9] на 2008р в м Харків 175 регульованих перехресть. У 80% випадків потреба в облаштуванні світлофорами ділянки автомобільних доріг і вулиць доводиться на перехрестя (рис.1.1.).



Рис. 1.1. Регульоване перехрестя

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						7
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Велика частина РП розташована на магістральних вулицях загальноміського значення регульованого руху (рис. 1.2).

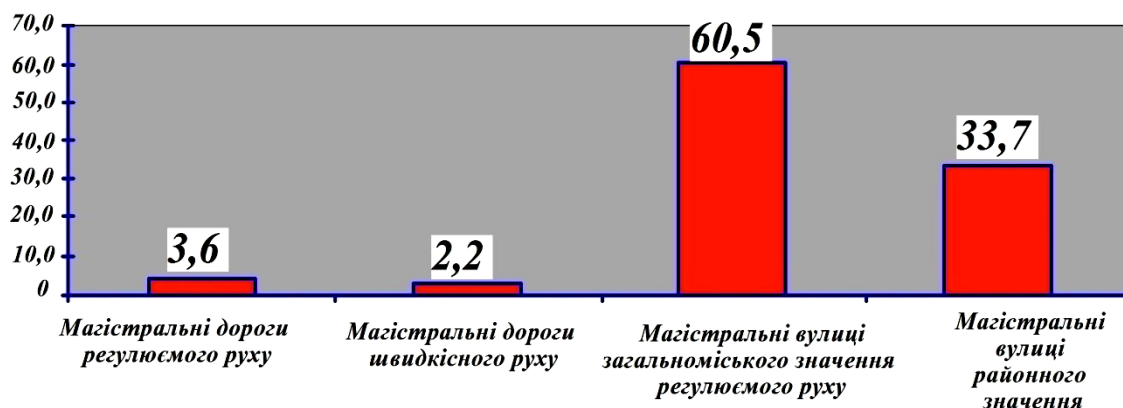


Рис.1.2. Процентне співвідношення розташування регульованих перехресть на міських вулицях і дорогах різних категорій

Якщо для м Харків на сьогоднішній день характерні жорсткі режими регулювання на РП і наявність координованих режимів роботи на окремих ділянках УДС [8], то в Німеччині сьогодні широко поширене адаптивне регулювання, забезпечення пріоритету громадському транспорту на РП, мережеве регулювання. За результатами дослідження в містах Німеччини [103] розподіл застосовуваних методів світлофорного регулювання представлено на рис.1.3.



Рис.1.3. Застосовувані сьогодні в Німеччині методи управління на регульованих перехрестях і пішохідних переходах обладнаних світлофорами

На підставі рис. 1.3 можна зробити висновок, що тільки третя частина РП в Німеччині має жорстке управління. Очевидно, що зі зростанням рівня автомобілізації в Україні кількість РП в містах та рівень їх завантаження буде також збільшуватися, що призведе до потреби ускладнення методів управління на РП, тому необхідно розвивати теорію і практику як локальних, так і системних методів підвищення споживчих властивостей, методів контролю і оцінки якості дорожнього руху на регульованих перехрестях.

Згідно німецькому керівництву [4] перед введенням світлофорного регулювання необхідна перевірка того, що інші заходи не здатні привести до підвищення безпеки та / або до підвищення пропускної спроможності регульованого перехрестя: Впровадження одностороннього руху; Закриття окремих в'їздів; Постійний або періодичний заборона окремих маневрів на перехресті; Пристрій кільцевого перетину.

При введенні світлофорного регулювання основними суперечливими вимогами є:

- забезпечення безпеки дорожнього руху і високої пропускної здатності. 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 повинно призводити до зниження пропускної спроможності і підвищення БДР. Пропуск повертають потоків з конфліктом, як правило, призводить до підвищення загальної пропускної здатності, але в той же час призводить до появи додаткових конфліктних точок (підвищення ймовірності ДТП);

- для пішохідного потоку необхідно забезпечити достатню тривалість дозволяючого сигналу для переходу проїзної частини і обмежити тривалість заборонного сигналу при цьому забезпечити достатню пропускну здатність основного транспортного потоку перетинає пішохідний перехід. Час терплячого очікування для пішоходів в [2] - 40с, в Німеччині в сучасному

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						9
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керівництві RiLSA [4] в якості можливої межі терплячого очікування для пішоходів і велосипедистів називається час 60с.

У Німеччині однією з основних функцій світлофорного регулювання вважається забезпечення пріоритету громадському транспорту [10, 13], при цьому очевидно буде знижуватися пропускна здатність при проїзді індивідуального транспорту.

Перед перехрестям можливо забезпечення пріоритету громадському транспорту з можливістю зміни напрямку руху як показано на рис. 1.4 за рахунок затримки основного потоку.

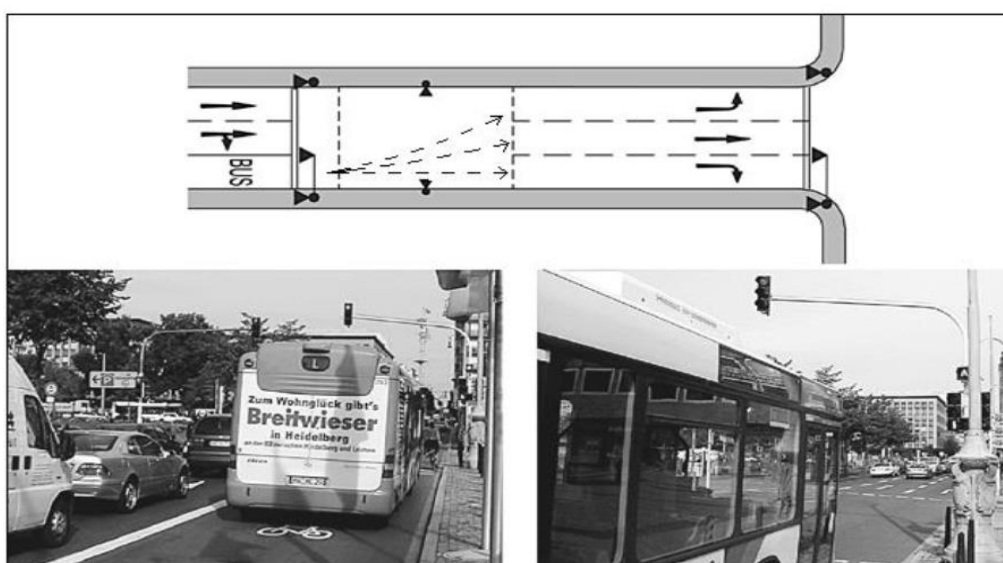


Рис.1.4. Принцип і приклад пріоритетного пропуску автобусів в Німеччині перед регульованим перехрестям

Застосування великих кільцевих перетинів обладнаних світлофорами рекомендується [9]:

- для підвищення безпеки дорожнього руху на кільцевих перетинах;
- якщо сумарна добова інтенсивність дорожнього руху на перетині 40.000 - 60.000 авт. / Добу.

З наведеного вище можна зробити висновок, що інтенсивність руху і пропускна здатність на перетині доріг є найважливішими критеріями застосування регульованих перехресть. Разом з тим, при проектуванні ізолюваних регульованих перехресть (ІРП) в Україні і за кордоном

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

застосовується ще ряд критеріїв для оцінки їх споживчих властивостей на різних стадіях містобудівного проектування [8].

Сучасними зарубіжними проводами для проектування регульованих перетинів і оцінки їх споживчих властивостей на які посилаються дослідники в Україні [4] є HBS 2001 [6] HCM 2000 [9]. В роботі [6] проводилося порівняння моделей і рекомендацій щодо їх застосування в цих посібниках. Застосовувані моделі в цих нормативах відображають, які споживчі властивості оцінюються на ІПП в сучасних нормативних документах країн з високо розвиненими транспортними системами і які чинники роблять на них вплив.

1.2 Споживчі властивості ізольованих регульованих перехресть в Україні і за кордоном і методи їх оцінки

1.2.1 Аналіз оцінюваних споживчих властивостей ізольованих регульованих перехресть

Оцінка стану елементів УДС є початковою складовою при містобудівному проектуванні. Відомо, що головним показником технічного рівня і експлуатаційного стану доріг є їх споживчі властивості, тому що цільове призначення автомобільної дороги - обслуговування інтересів користувачів дорожніх послуг.

До споживчими властивостями як параметрами управління дорожнім рухом пред'являється ряд вимог [6]: вони повинні піддаватися кількісній оцінці

- об'єктивні числові значення розуміють і не фахівці;
- експертні ж і інтуїтивні рішення часто вже не зрозумілі більшістю учасників дорожнього руху, тому їх не можна вважати обґрунтованими; піддаватися обліку з допустимими витратами

- в умовах обмеженого часу і недостатнього фінансування на практиці застосовуються спрощені методики, наприклад, при обліку параметрів транспортного потоку; значимість - витрати часу на облік цих критеріїв

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						11
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинні призводити до відчутного економічного, екологічного або іншого (що встановлюється в конкретних умовах) ефекту; сприйнятливість до змін параметрів транспортного потоку;

охоплювати максимально можливу кількість чинників впливу на умови дорожнього руху. З огляду на наведене вище, а також [8] споживчі властивості ІРП можна розділити відповідно до рис. 1.2.

Для того щоб визначити які споживчі властивості в яких випадках відносяться до однієї або іншої групи (рис.1.2) необхідно розглянути російський і зарубіжний досвід оцінки споживчих властивостей на регульованих перехрестях.

Якщо для дороги в цілому основних споживчих властивістю прийнята фактична забезпечена швидкість руху [49], то для - регульованого перехрестя (елемента автомобільної дороги) в Україні в Як споживчих властивостей застосовуються ступінь завантаження (1) і середня затримка згідно з формулою Вебстера (2), застосовна при ступеня завантаження напрямків $a < 1$.

Аналіз методик оцінки затримок безконфліктно пропускаються транспортних потоків в Німеччині і США [106, 109] показав, що німецька методика може бути застосована тільки для жорсткого не координовані регулювання. Оцінку якості дорожнього руху для координованих регульованих перехресть в ФРН виробляють за часткою зупиняються автомобілів на перехресті. Методика HCM2000 дозволяє оцінювати затримки при адаптивному регулюванні і на координованих світлофорних об'єктах. Основні споживчі властивості регульованого перехрестя доріг для транспортних потоків (пропускна здатність, ступінь завантаження, затримки, довжина черги) знаходяться в залежності від величини потоку насичення.

1.2.2. Оцінка пропускної здатності смуги руху на ізолюваному регульованому перехресті

Пропускна здатність однієї смуги проїжджої частини в перетині стоп лінії ІРП для безконфліктно пропускається потоку в Україні [6] визначається як:

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						12
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{II} = \frac{3600(t_z - t_a)}{t_{II} T_{II}}$$

де: t_z - тривалість зеленої фази світлофора, с; T_{II} - тривалість циклу регулювання, с; t_a - відрізок часу між включенням зеленого сигналу світлофора і перетином стоп-лінії першим автомобілем (стартовий часовий інтервал), с; t_a залежить від ступеня уважності і досвіду водія і знаходиться в межах від 1 до 3 с. для розрахунків рекомендується приймати 2 с. t_{II} - середній інтервал проходження автомобілів через стоп-лінію (інтервал слідування між автомобілями), с; Інтервал проходження відповідно до спостережень [6] становить для легкових автомобілів 2-3 с, для вантажних - 3-5 с. В умовах змішаного транспортного потоку рекомендується приймати значення величини потоку насичення M_n .

Облік впливу повертають автомобілів в Україні проводиться за рахунок скорочення пропускної здатності смуг з безконфліктно пропускають автомобілями, введенням поправочних коефіцієнтів [6]. У Німеччині та США інший підхід до визначення пропускної здатності смуг з потоками, пропускає з конфліктом.

1.2.3 Порівняння методик оцінки пропускної здатності смуги руху для умовно сумісних потоків в США і ФРН

Сучасні методики оцінки пропускної здатності смуг для умовно сумісних потоків представлені в німецькому HBS [6] і американському HCM [9] посібниках, в рекомендаційної і нормативної літературі відсутні подібні методики. В роботі [6] порівнюються ці методики.

Методи оцінки пропускної здатності смуг для умовно сумісних повертають направо автомобілів (рис. 1.5.) в HCM і HBS якісно і кількісно порівняти. В обох нормативах виходять з того, що тільки частина зеленого сигналу зайнята пішоходами.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						13
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повертають направо автомобілі після блокованого часу можуть вільно проїжджати перехрестя.

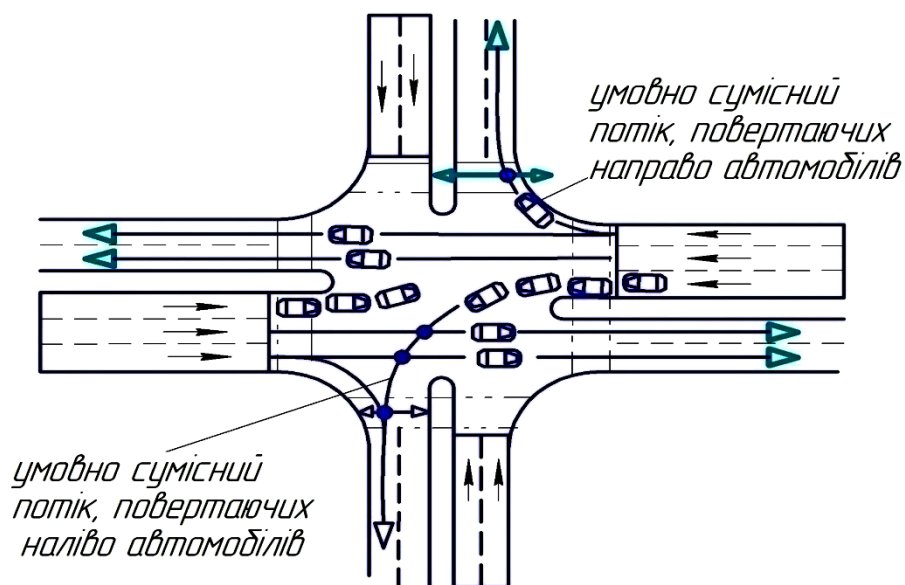


Рис.1.5. Умовно сумісні потоки автомобілів на ізольованих регульованих перехрестях (ІРП)

В обох методиках оцінюється мінімально можлива пропускна здатність.

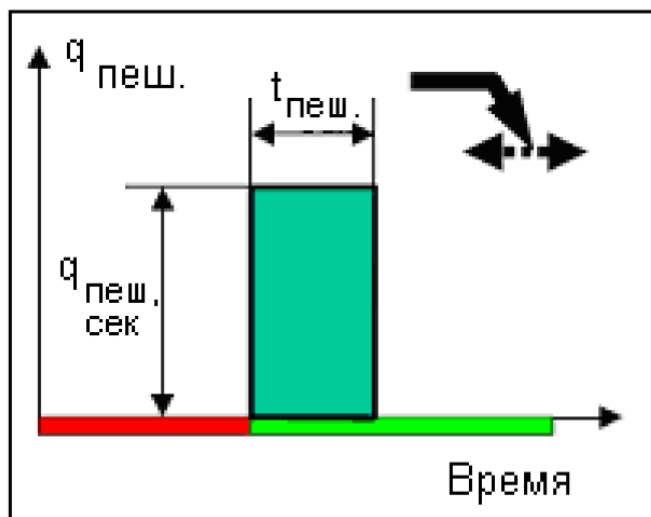


Рис.1.6. Модель пропуску умовно сумісного потоку автомобілів, що повертають направо

$q_{пеш}$ - інтенсивність пішохідного потоку, $q_{пеш,сек}$ - інтенсивність пішохідного потоку за час переходу проїзної частини.

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Як в HBS, так і в HCM пропускна здатність смуги руху для умовно сумісних повертають направо потоків визначається максимальною пропускною здатністю при просочуванні або пропускною здатністю за проміжні такти.

Пропускна здатність смуги руху:

$$C_{RA} = \max(C_D, C_{pw})$$

C_D - пропускна здатність при просочуванні;

C_{pw} - пропускна здатність за проміжні такти.

$$C_D = M_n \cdot \frac{(t_p - t_{nsu})}{t_{\psi}}$$

M_n - величина потоку насичення;

t_p - тривалість сигналу світлофора для пішоходів;

t_{ψ} - тривалість циклу регулювання;

t_{nsu} - час переходу проїзної частини пішоходами.

На рис. 1.7. показано порівняння значення пропускної здатності смуг для умовно сумісних потоків повертають направо автомобілів в HBS 2001 і HCM 2000.

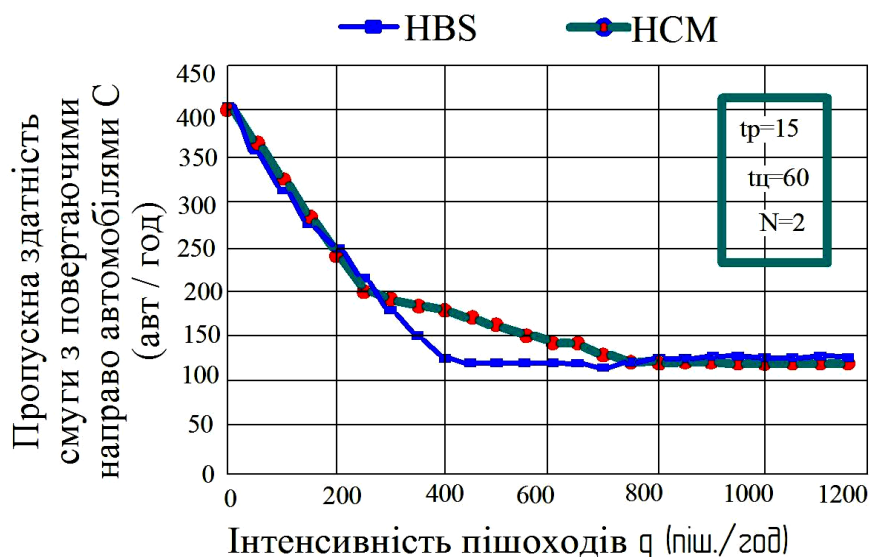


Рис.1.7. Залежність пропускної здатності смуги для умовно сумісних потоків, повертаючих направо автомобілів, від інтенсивності пішохідного потоку HBS; HCM - технології проектування регульованих перетинів.

Методи оцінки пропускної здатності смуги з умовно сумісними потоками, що повертають наліво автомобілів, в HBS 2001 і HCM-2000 відрізняються.

Методика в HBS передбачає рівномірний розподіл зустрічного потоку за весь дозволяючий сигнал (рис. 1.5). Тому пропускна здатність смуг для лівих поворотів розраховується по теорії граничних часових інтервалів.

Для визначення практичної пропускної здатності ІРП, враховуючи всі фактори впливу, потрібна велика кількість вихідних даних. Найбільш складним і неоднозначним є розрахунок пропускної здатності смуг руху для умовно сумісних потоків.

Сучасні методики розрахунку пропускної здатності смуги для умовно сумісних поворотів направо в американському і німецькому нормативах дають близькі значення пропускної здатності. Різниця при розрахунку пропускної здатності смуги руху для умовно сумісних поворотів наліво в HBS 2001 і HCM 2000 істотна для обґрунтування методики розрахунку пропускної здатності смуги для умовно сумісних потоків в умовах України необхідно додаткове дослідження. Основними параметрами, що визначають пропускну здатність смуг на ІРП, є тимчасові інтервали між автомобілями і ефективна (використовувана) тривалість дозволяючого сигналу. Дослідження залежностей тимчасових інтервалів для сучасних дорожньо-транспортних умов України і визначення з їх допомогою теоретичної пропускної здатності смуги руху на ІРП є основними завданнями для даної дисертаційної роботи. Пропускна здатність ІРП робить істотний вплив на такі споживчі властивості як безпеку дорожнього руху, екологічні та економічні показники.

1.2.4 Безпека дорожнього руху на регульованому перехресті

На РП міст України походить від 8,8 до 24,4% ДТП [7] (чим більше місто, тим більше ДТП припадає на регульовані перехрестя). Дослідження Wiltschko в Штутгарті (Німеччина) [5] показало, що 58% ДТП припадає на перехрестя, а

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						16
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21% ДТП на РП, а витрати від ДТП на РП 34% і вище, ніж витрати від ДТП на регульованих дорожніми знаками перехрестях (15%). На ІРП безпеку дорожнього руху багато в чому визначається кількістю фаз регулювання, безконфліктно пропускають і умовно сумісними транспортними та пішохідними потоками, тобто пропускнуою спроможністю ІРП. Підвищення загальної пропускнуої здатності ІРП (за рахунок скорочення числа фаз, пропуск транспортних потоків з конфліктом) призводить до збільшення числа конфліктних ситуацій на перетині, тобто знижує безпеку дорожнього руху. У той же час дослідження, проведене Ортлеппом і Шольцем в Німеччині [8] показало, що введення третьої і четвертої фази регулювання на великих ІРП не тільки підвищує БДР і знижує народно-господарських витрати від ДТП, а й може призводити до підвищення пропускнуої здатності.

У ГОСТ Р 52289-2004 [1] введення світлофорного регулювання рекомендується при числі ДТП на перехресті не менше трьох за 12 місяців, які можна було б уникнути при світлофорному регулювання, при цьому не менше ніж на 80% повинні виконуватися вимоги щодо завантаження перетину доріг. У німецькому нормативному документі RiLSA [4] застосування світлофорного регулювання з метою зниження повторюваних ДТП на перехресті вимагає перевірки, якщо повторювані типи ДТП можна уникнути за допомогою інших заходів: Обмеження швидкості; Заборона окремих маневрів; Інші заходи, що підвищують безпеку перетину дороги пішоходами, велосипедистами.

Для оцінки безпеки дорожнього руху на регульованому перехресті не тільки фактичну кількість ДТП є показником, а й виникають небезпечні ситуації ще не приводили до ДТП, які можуть бути оцінені по недоліків на місцевості. На рис. 1.8 представлений підхід регульованого перехрестя з незабезпеченої видимістю в плані і бічний видимістю, своєчасне розпізнавання перехрестя при під'їзді до нього можливо тільки за рахунок дорожнього знака «Головна дорога».

Обмеження видимості на ІРП більшою мірою є не бажаним, ніж на ділянках перегонів між перехрестями, тому що число конфліктних точок на

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						17
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перехрестях вище. Світлофорне регулювання здатне скоротити число конфліктних точок, але можливості техніки не безмежні (збої в роботі).

Якщо показники безпеки та аварійності на ІРП сприймаються споживачами регулярно, то екологічні споживчі властивості, як правило, позначаються на споживачах через тривалий період впливу і наслідки цього впливу можуть бути не передбачуваними.

1.2.5 Екологічні споживчі властивості регульованих перехресть

Всі заходи, що сприяють зниженню споживання палива, також призводять до зменшення здебільшого складових шкідливих вихлопів транспортних засобів. Особливо, підкреслюється в RiLSA [4], на обсяги вихлопів на перехресті впливає число зупинок перед перехрестям і рівномірність руху через послідовність перехресть. Так забезпечення невинного проїзду на послідовності світлофорних об'єктів (СО) призводить також до зниження екологічного навантаження - до скорочення викидів CO₂, NO і високодисперсною пилу (див. Рис. 1.8.)

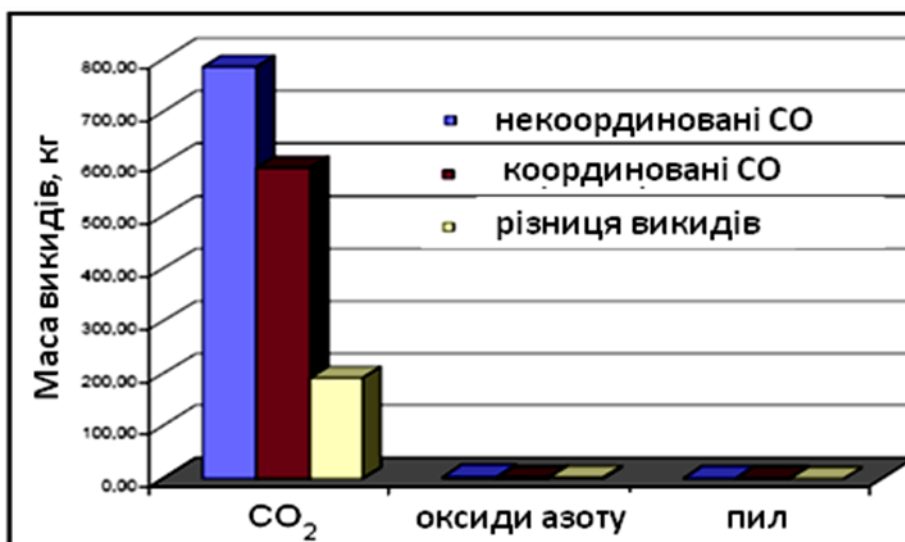


Рис.1.8. Порівняння шкідливих викидів при введенні координованого регулювання на світлофорних об'єктах (СО)

В Українських рекомендаціях [7] при оцінці екологічного впливу на регульованому перехресті основними параметрами визначальними викиди

шкідливих речовин є інтенсивність дорожнього руху, склад транспортного потоку, тривалість заборонного сигналу світлофора. Вплив швидкості проїзду перехрестя, кількості зупинок (повторних зупинок) перед перехрестям не враховується.

Вимкнення двигунів на регульованих перехрестях припиняє вихлопи, але нове включення двигуна призводить до збільшеним вихлопів транспортного засобу. З цієї причини тільки тривале вимикання двигуна здатне привести до скорочення викидів на регульованому перехресті. Так згідно [4] при тривалості червоного більше 50 - 60с досягається зниження викидів на регульованому перехресті. При цьому двигуни автомобілів повинні бути вимкнені, що, з огляду на погодні умови України, не завжди доцільно.

Зниження акустичного впливу можливо як за рахунок дисциплінованої поведінки водіїв і забезпечення заданого швидкісного режиму, так і за рахунок режимів світлофорного регулювання на перехрестях. Забезпечення малого числа зупинок перед перехрестям, зниження числа прискорень і уповільнень (перш за все вантажних автомобілів) особливо при низькій інтенсивності руху (наприклад, в нічний час) можуть привести до істотного зниження рівня шумового впливу на перехресті. Згідно [4] однозначно досі не доведено вплив різних методів світлофорного регулювання на рівень акустичного впливу.

Екологічні впливу на здоров'я і продуктивність населення, показники аварійності, пропускна здатність всі ці споживчі властивості пов'язані з народно-господарськими втратами на регульованих перетину доріг.

1.2.7 Комплексні показники споживчих властивостей

Для опису та оцінки споживчих властивостей РП, як правило, в мережевих методах управління [9] може використовуватися цільова функція (Performance Index - PI). Робертсон ще в 1969р [5] запропонував оцінку керуючих параметрів на регульованому перехресті проводити з допомогою інтегрального критерію складається з числа зупинок на перехресті і середніх

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						19
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затримок з використанням вагових коефіцієнтів (Наприклад, одна зупинка по енергії, що витрачається може відповідати 60с затримки автомобіля). У Німеччині в дослідженні впливу різних методів регулювання на якість дорожнього руху [1, 2009р] інтегральний показник PI використовувався при моделюванні в програмі VISSIM для порівняння функціонуючого жорсткого режиму регулювання і оптимізованого жорсткого режиму регулювання.

Даний комплексний показник PI дозволяє враховувати забезпечення пріоритету окремим учасникам дорожнього руху, так інтенсивність дорожнього руху на підходах може враховуватися відповідно до середнім розрахунковим числом осіб, які займають транспортний засіб, наприклад 1,4 людини для одного легкового автомобіля в Україні.

Вагові показники дозволяють враховувати значимість окремих підходів при русі до центру міста або з міста в різний час доби. Крім того в цьому ж дослідженні [91] провели порівняння ефективності жорсткого і адаптивного (транспортно-залежного) регулювання (рис. 1.9.).

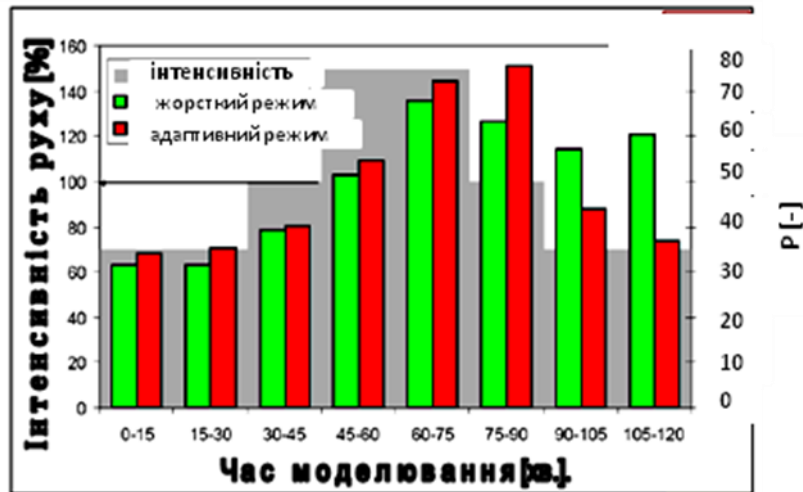


Рис.1.9. Порівняння ефективності застосування жорсткого і адаптивного регулювання при моделюванні в VISSIM

Комплексним показником економічності, зручності та безпеки дорожнього руху в нормативних документах в Україні, і за кордоном прийнятий рівень зручності (обслуговування) руху. Основною характеристикою рівнів зручності для перетинів доріг в Україні є коефіцієнт

завантаження руху [1]. Особливості якості дорожнього руху на ІРП в діючих нормативних документах не розглядаються. Для формування високоякісних транспортних послуг необхідно, перш за все, визначити параметри і стандарти якості. У багатьох країнах для ІРП ці параметри вже прийняті і тільки доповнюються і коригуються. Так, наприклад, в США і Німеччині критерієм якості дорожнього руху на ІРП є середній час очікування (середня затримка) на перехресті. Зміна меж рівнів зручності в цих країнах в різні роки свідчить про відсутність однозначного підходу до визначення меж рівнів зручності руху.

З вище сказаного можна зробити висновок, що немає однозначного підходу до визначення УУД на ІРП, різниця в градації УУД з німецької та американському нормативам незначна, а методики визначення УУД мають свої особливості. Як затримки, так і ступінь завантаження окремих напрямків (відповідно і рівні зручності руху транспортних засобів) згідно застосовуваним методикам в Україні (формули 1 і 2, стор.22) і за кордоном [6,9] ґрунтуються на величинах потоку насичення транспортних потоків. Точність значень потоків насичення визначає точність параметрів управління, необхідних для підвищення споживчих властивостей ІРП.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						21
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1. Методи підвищення споживчих властивостей на регульованих перехрестях

Існують різні підходи до підвищення споживчих властивостей ІРП. Якщо за кордоном розроблено та регулярно оновлюється велика кількість нормативної та рекомендаційної технічної літератури, що стосується методик підвищення споживчих властивостей ІРП [8] , то в Україні нормативи і рекомендації з даного питання [12] не в повній мірі відповідають сьогоdnішнім рівнями завантаження ІРП. Так як транспортні умови на ІРП безперервно змінюються (склад потоку, розподіл за напрямками, ступеня завантаження окремих смуг, можливості проїзду для пропускаються з конфліктом потоків), а зміна експлуатаційних умов в повній відповідності із зміною ситуації неможливо, необхідно приймати оптимальні рішення, що враховують суперечливість вимог до пропускнуї спроможності і безпеки дорожнього руху. Поняття оптимізація (від лат. Optimum - найкраще) включає два визначення - це процес знаходження екстремуму (глобального максимуму або мінімуму) певної функції або процес вибору найкращого (оптимального) варіанту з безлічі можливих. Найбільш надійним способом знаходження найкращого варіанту є порівняльна оцінка всіх можливих варіантів (альтернатив). Якщо число альтернатив велике, при пошуку кращої зазвичай використовують методи математичного програмування. Застосувати ці методи можна, якщо є сувора постановка завдання: заданий набір змінних, встановлена область їх можливої зміни (задані обмеження) і визначено вид цільової функції від цих змінних [Велика Радянська Енциклопедія].

З визначення поняття оптимізації можна зробити висновок, що якщо існує велика кількість альтернатив рішення, що вимагає чисельного значення результату, то оптимізація - це мінімізація цільової функції. Якщо ж альтернатив рішення не багато і не потрібно чисельного рішення із заданою вірогідністю, то оптимізація - це управлінське рішення, засноване на досвіді і

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						22
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знаннях особи приймаючої рішення. Головний недолік управлінського рішення - суб'єктивізм (стан і характеристики особи приймаючої рішення, особисті відносини). Найбільш перспективними є автоматизовані системи прийняття рішень, в яких варіант рішення, розрахований комп'ютером і звірений з системою цілей, приймається до виконання через відповідні виконавчі механізми автоматично.

Значення оптимізації дорожнього руху на ділянці вулично-дорожньої мережі (в транспортному вузлі), особливо останнім часом, з розвитком програмного і апаратного оснащення проектних організацій, грає все більшу роль при прийнятті інженерних рішень. Математична оптимізація є процесом неоднозначним, що залежать від правильного вибору цільової функції оптимізації, критеріїв оптимізації та системи оціночно-вимірювальних показників споживчих властивостей, що дозволяють оцінити рівень досягнень цільових і критеріальних вимог. Проблема оптимізації полягає в тому, що вона базується на спрощеній моделі реальності, а саме:

- з великої кількості можливих критеріїв оптимізації потрібно вибирати мінімум обґрунтованих критеріїв;
- допущення моделей не точні;
- цільова функція оптимізації часто призводить тільки до локальної, а не глобальної оптимізації, тому вона повинна враховувати по можливості максимальну кількість параметрів.

Параметрами оптимізації дорожнього руху на регульованих перехрестях є [6]:

- скорочення часу повідомлення, затримок, автомобільних черг, кількості зупинок, споживання палива, шкідливих викидів, дисперсії середньої швидкості повідомлення;
- збільшення пропускної здатності, середньої швидкості проїзду перехрестя, кількості автомобілів, що проїжджають без затримок;
- максимізація рівномірності дорожнього руху.

					<i>РКБ.ОПАТ-19δ.316.ПЗ</i>	Арк.
						23
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У українському керівництві [6] говориться, що підвищення пропускної здатності автомобільних доріг і їх елементів можна домогтися:

1) проектуванням поєднання елементів плану та поздовжнього профілю, що не викликають різку зміну швидкостей;

2) призначенням ширини проїзної частини, що дозволяє розділити потік автомобілів за складом (додаткові смуги на підйомах, на перетинах в одному рівні) і забезпечує оптимальне завантаження, при якій рух відбувається з досить високими швидкостями;

3) підвищенням рівності покриття та його зчіпних якостей;

4) реконструкцією перетинів в одному рівні (наприклад, пристрій різних типів каналізованих перетинів) або пристроєм перетинів в різних рівнях;

5) вибором засобів регулювання, що забезпечують раціональний режим руху; 6) постачанням водіїв повною інформацією про умови руху по маршруту;

7) поліпшенням роботи дорожньо-експлуатаційної служби, особливо взимку.

Очевидно, що наведені вище заходи здатні привести не тільки до підвищення пропускної спроможності, а й до підвищення БДР, зниження екологічного впливу.

З огляду на особливості регульованих перехресть, підвищення споживчих властивостей можна також досягти організаційними і програмними методами.

Для підвищення пропускної здатності смуг прямого напрямку руху необхідно забезпечити своєчасну можливість виходу з цих смуг повертають наліво або направо автомобілів без затримок потоку прямого напрямки. Для цих цілей влаштовують додаткові смуги. Геометричні параметри цих смуг відповідно до [5] визначаються наступним чином: ширина призначається рівною ширині смуги руху дороги або вулиці даної категорії, протяжність визначається інтенсивністю руху, але не менше 30 м. В той же час в діючих в Україні нормативних документах не вказується рекомендована протяжність смуг накопичення на регульованих перехрестях, що не відповідає сучасним закордонним тенденціям при проектуванні регульованих перехресть [13,14].

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						24
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У рекомендаціях для проектування ІРП [2, 1, 3] говориться про те, що підвищення пропускної спроможності ІРП можна домогтися застосуванням набору оптимальних світлофорних програм, відповідних умов, що змінюються транспортні умови. Так збільшення тривалості циклу регулювання від 40 до 100с може дати приріст пропускної здатності від 8 до 12% [32]. Якісне вплив тривалості циклу на оптимізуються параметри транспортного потоку (довжина черги, затримка, кількість зупинок і споживання палива автомобілями) при жорсткому регулюванні можна представити в наступному вигляді (рис.2.1.). Передбачається, що мінімальні затримки і мінімальна довжина черги автомобілів досягаються при оптимальній тривалості циклу.

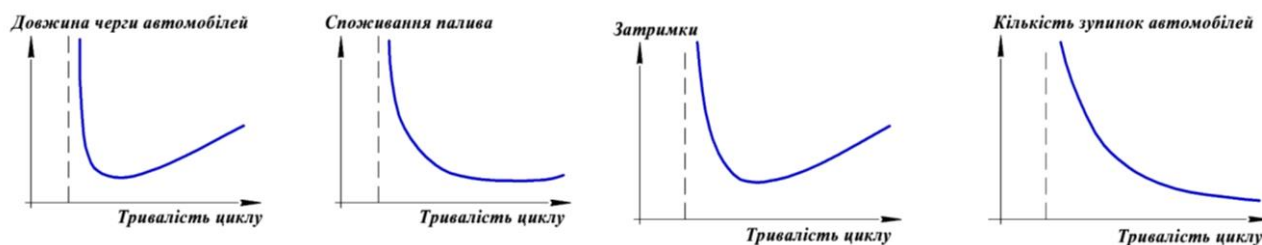


Рис.2.1. Вплив тривалості циклу на основні критерії оптимізації транспортного потоку

Зміна схеми пофазного роз'їзду, введенням виділених фаз для повертають наліво автомобілів, здатне також привести до підвищення споживчих властивостей ІРП. Так моделювання, проведене Ортлеппом і Шольцем в Німеччині [8] показало, що введення третьої і четвертої фази регулювання на великих ІРП не тільки підвищує БДР і знижує народно-господарських витрати від ДТП (рис. 2.1.), а й може призводити до підвищення загальної пропускної спроможності ІРП щодо 2-х фазного регулювання. Загальна пропускна здатність ІРП в разі 2-х смугових підходів становила близько 3300 прив. авт. / год, при 3-х смугових підходах - 6000 прив.авт. / год. Якщо повороти направо здійснювалися безперешкодно при наявності острівців безпеки, то загальна пропускна здатність ІРП підвищувалася майже до 7000 прив. авт. / год [8].

Впровадження адаптивного регулювання є програмним методом підвищення споживчих властивостей на ІРП. Методи транспортно-залежного регулювання на ІРП можна представити в наступному вигляді (рис. 2.2.).

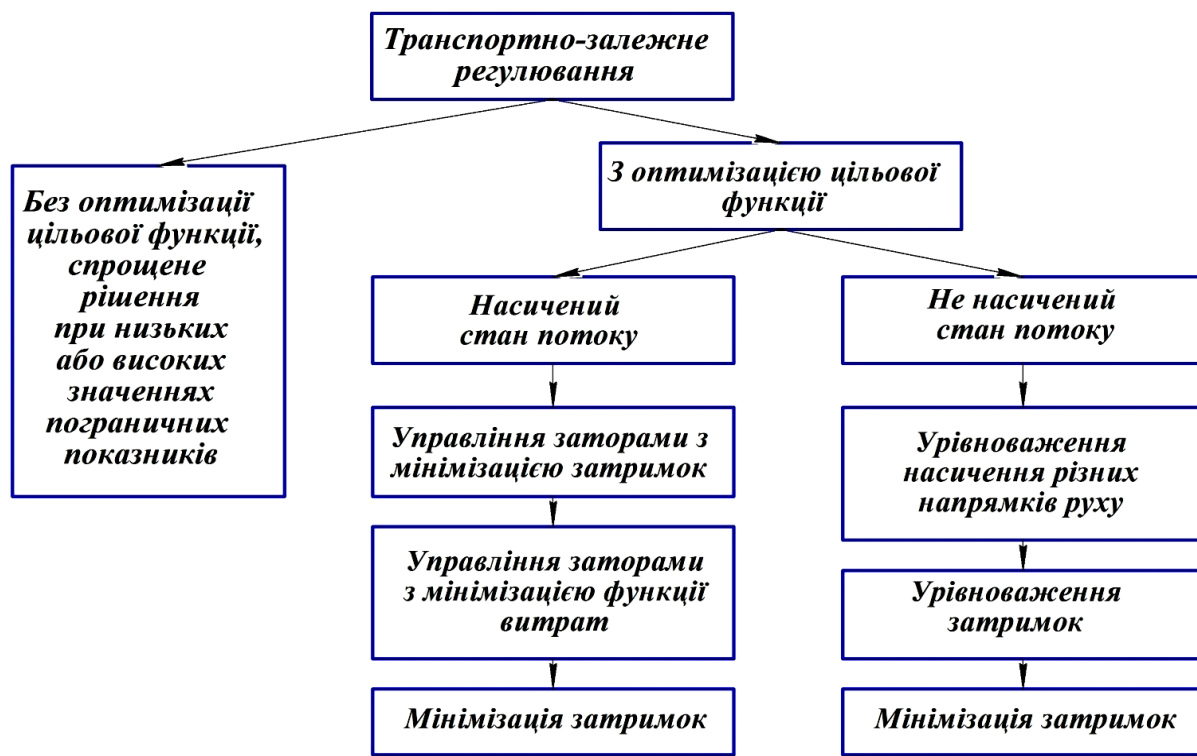


Рис.2.2. Транспортно-залежне регулювання на ІРП

Проведені дослідження в Німеччині [9] показали, що переваги транспортно-залежного регулювання над жорстким регулюванням обмежені і необхідна перевірка обґрунтованості введення транспортно-залежного регулювання. Однозначне перевага транспортно-залежного над жорстким регулюванням при забезпеченні пріоритету громадському транспорту і нерівномірності розподілу транспортних потоків за напрямками і в часі.

В умовах сформованої забудови мережева програмна оптимізація має найбільші можливості з найменшими витратами досягти підвищення споживчих властивостей ІРП. Методами програмної оптимізації дорожнього руху можна домогтися підвищення пропускної спроможності РП, якщо ступінь завантаження всіх підходів ІРП не перевищує 0,85 - 0,9 (перевищення даних значень говорить про відсутність резервів пропускної здатності) і якщо

тривалість циклу не має максимально рекомендовані при експлуатації значення (90-120 сек).

У Україні [9,2] рекомендується ІРП влаштовувати у вигляді простих перехресть без розширення проїжджої частини, якщо інтенсивність поворотного руху не перевищує двох автомобілів за цикл світлофорного регулювання. При інтенсивності поворотів від 100 до 300 авт. / Год в одному напрямку рекомендується 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, тобто передбачається, що даними заходами можна домогтися підвищення споживчих властивостей ІРП.

Очевидно, що будівництво розв'язок в різних рівнях, в умовах існуючої міської забудови, як інструмент підвищення споживчих властивостей ІРП є вкрай витратним. У Німеччині пристрій розв'язки в різних рівнях рекомендується в залежності від категорій пересічних доріг [13].

У рекомендаціях [5] ІРП пропонується влаштовувати при сумарній інтенсивності вхідних потоків від 400 - 4000 прив. од. / год, кільцеві перетину - від 100 до 2500 прив.ед. / ч, пристрій розв'язки в різних рівнях при сумарній інтенсивності на перетині більше 4000 прив. од. / год.

На стадії розробки варіантів проекту перетину автомобільних доріг, область застосовності різних типів планувальних рішень перетинів можна визначити по номограмі (рис. 2.3).

Споживчі властивості ізольованих РП можуть бути підвищені наступними методами:

- програмними (підбір частки зеленого сигналу за годину, адаптивне регулювання, пріоритет громадському транспорту та ін.);
- конструктивними (зміна геометрії перехрестя, пропуск пішоходів в різних рівнях з транспортними потоками та ін.);
- організаційними (перерозподіл потоків по смугах, заборони окремих маневрів, обмеження швидкості).

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						27
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

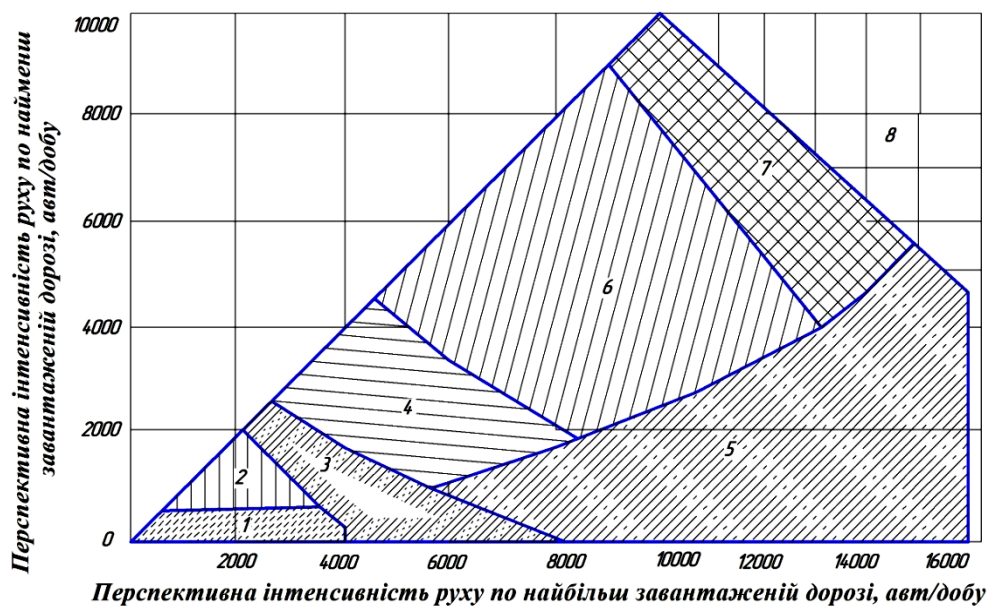


Рис.2.3. Номограма для вибору типу планувальних рішень перетинів

Зони, представлені на номограмі (рис. 2.3) розділені на наступні типи перетинів автомобільних доріг [6]:

- 1) прості необладнані перетину;
- 2) частково каналізовані перетину з направляючими островцями на другорядній дорозі;
- 3) каналізовані перетину з направляючими островцями на другорядній і головною дорогах, і перехідно-швидкісними смугами, розташованими на головній дорозі;
- 4) кільцеві перетину: а) з середніми центральними островцями; б) з малими центральними островцями; в) при числі пересічних доріг 5 і більше і з великими центральними островцями;
- 5) перетину: а) кільцеві, що забезпечують найкращі умови руху більш завантаженому напрямку (з еліптичних центральним островцем і ін.); б) в різних рівнях; в) при стадійному будівництві (І етап - кільцеве перетин і ІІ етап - перетин в різних рівнях);
- 6) перетину: а) кільцеві з малими центральними островцями; б) в різних рівнях;

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7) перетину: а) стадийное розвиток (I етап - кільцеві перетину з малими центральними острівцями, II етап - перетину в різних рівнях); б) перетинання в різних рівнях;

8) перетину в різних рівнях.

При цьому не виділяються межі застосування світлофорного регулювання на перехрестях доріг.

На підставі порівняння результатів досліджень [3,16,17] і нормативних документів [9,2,5] можна зробити висновок, що ІРП по пропускній здатності, в загальному випадку, займає проміжне положення між кільцевими перетинами і розв'язками доріг в різних рівнях (рис. 2.4).

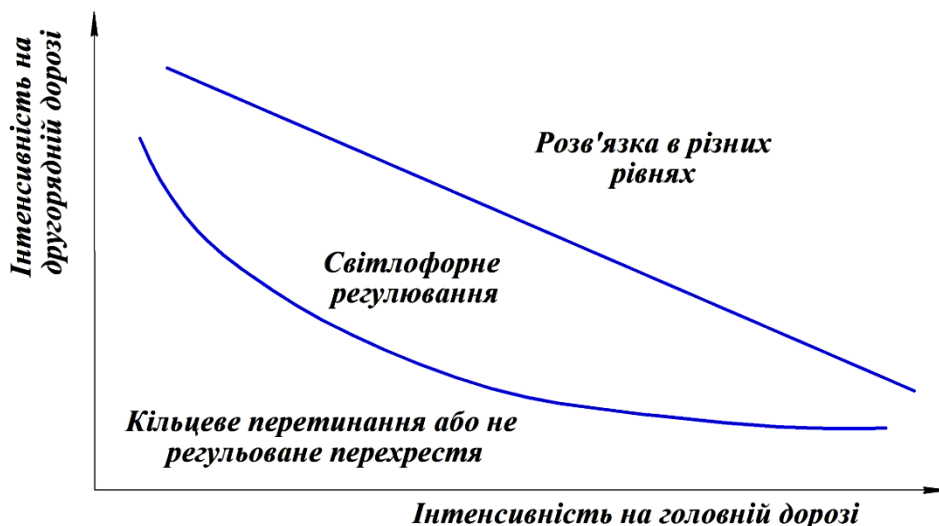


Рис.2.4. Пропускна здатність перетину автомобільних доріг

Конструктивні зміни на ІРП є можливим шляхом значного підвищення споживчих властивостей ІРП, але вимагає обґрунтування зіставлення витрат на будівництво і експлуатацію, оцінки локального і мережевого впливу проведених заходів як на пропускну здатність, так і на безпеку дорожнього руху.

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 прагнуть не до максимально можливим споживчими властивостями ІРП, а до оптимальних, відповідним реальній дорожньо-транспортної ситуації, враховуючи фінансові та часові ресурси.

Споживчі властивості ізольованих РП можуть бути підвищені наступними методами: програмними (підбір частки зеленого сигналу за годину, адаптивне регулювання, пріоритет громадському транспорту і ін.); конструктивними (зміна геометрії перехрестя, пропуск пішоходів в різних рівнях з транспортними потоками та ін.); організаційними (перерозподіл потоків по смугах, заборони окремих маневрів, обмеження швидкості).

На підставі німецьких розробок [9,10,11] запропонована система заходів, спрямована на підвищення споживчих властивостей ІРП в залежності від різних критеріїв недостатню якість дорожнього руху.

Методи підвищення споживчих властивостей багато в чому ґрунтуються на оцінці пропускної здатності смуг руху ІРП. Для того щоб в сучасних дорожньо-транспортних умовах оцінити пропускну здатність ІРП необхідно простежити як раніше оцінювалася пропускну здатність смуги руху на ІРП.

2.2.Проведені дослідження пропускної здатності обладнаних світлофорами смуг руху автомобільних доріг

Після другої світової війни були проведені перші дослідження пропускної здатності регульованих перехресть в США. Гріншїлдом, Шапіро та Еріксоном [5] за допомогою відеокамери були проведені заміри окремих параметрів транспортного потоку на регульованих перехрестях. Відеозйомка здійснювалася зі швидкістю 88 кадрів в хвилину (відповідає одному кадру за 0,68 секунд), що значно поступається сучасним відеокамер щодо точності і чіткості вимірів. Все що спостерігалися світлофорні об'єкти не мали перехідного сигналу «жовтий з червоним» перед зеленим, як лінії орієнтування через відсутність стоп-лінії виступала так звана «curb-line» (уявне продовження

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						30
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бордюрного каменю поперек дороги), також смуги руху не були відокремлені один від одного дорожньою розміткою. З цих причин становище перших автомобілів колони сильно відрізнялися. Оцінка результатів здійснювалася після перегляду відзнятого відео з кадрів при проектуванні зображення на сітку для замірів відстаней. З відносно малого обсягу вибірки були виведені контрольні значення, які в Німеччині ще тривалий період застосовувалися для розрахунку світлофорних програм.

У цьому дослідженні вперше застосовувався розроблений авторами метод тимчасових інтервалів. Були досліджені як чиста колона легкових автомобілів, так і змішана колона при переїзді «curb-line». При цьому стартовий часовий інтервал першого автомобіля мав високе значення від 3,8 секунд. Середні значення тимчасових інтервалів скорочувалися з кожним наступним автомобілем і досягали після шостого автомобіля постійного значення 2,1 секунди. Тобто значення потоку насичення дорівнювало 1714 авт. / год дозволяючого сигналу. В якості середнього значення для всіх автомобілів, які виїжджали з положення очікування, був отриманий необхідний часовий інтервал 2,4 секунди. Слід зауважити, що при обробці результатів спостережень значення медіани розподілу тимчасових інтервалів було близько математичного сподівання.

У 1957 і 1958 роках ротax [10] провів великі заміри на 23 регульованих перехрестях в Цюріху. Дане дослідження, що проводилося зі значною кількістю персоналу, можна назвати примітивним: час реакції і тимчасові інтервали проходження визначалися за допомогою секундоміра. З усереднених діаграм «час-шлях» були обчислені значення тимчасових інтервалів. Значення середнього часового інтервалу колони легкових автомобілів було визначено 2,14 секунди для n-го автомобіля в колоні (при n більше 3); Стартові тимчасові інтервали не розглядалися. Ротax отримав значення пропускної здатності смуги руху шириною 3 метри ІРП при тривалості дозволяючого сигналу 40 секунд 1640 автомобілів за одну годину зеленого сигналу. Значення пропускної здатності підвищувався зі збільшенням тривалості дозволяючого сигналу; при

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						31
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 секундах дозволяючого сигналу вона становила лише 1520 автомобілів за одну годину дозволяючого сигналу. При цьому в роботі не вказано, чи йде мова про насичений транспортному потоці.

У дослідженні Дёфлера [10], на відміну від інших публікацій, при визначенні довжини площі для зупинки автомобілів виходили не від середньої довжини автомобіля. Дёфлер розділив автомобілі на дві категорії: малопотужні автомобілі (робочий об'єм двигуна $< 1500 \text{ cm}^3$) і потужні автомобілі (робочий об'єм двигуна $\geq 1500 \text{ cm}^3$). У роботі були визначені відповідні довжини колон і кількість малопотужних і потужних автомобілів із застосуванням вимірювальної стрічки біля краю дороги. За допомогою секундоміра і відеокамери Дёфлер провів дослідження динаміки руху автомобілів виїжджають після стану очікування. Залежно «шлях-час», «швидкість-час» і «прискорення-час» отримані з регресійних розрахунків рівнянь полиномов другий, третьої та четвертої ступенів. Відображено також транспортні процеси автомобілів останніх позицій черзі. Поряд з тимчасовими інтервалами для рухомих прямо автомобілів були отримані результати для повертають наліво і направо при різних радіусах, для колон з вантажними автомобілями на різних позиціях черзі. Всі значення тимчасових інтервалів були представлені сумарними лініями з параболічної формою, рівняння яких були визначені регресійний аналізом, заміряних значень. Далі Дёфлер встановив, що пропускна здатність смуги руху шириною 3,50 м на 10% більше ніж на смузі руху шириною 3 метри.

Боргардс провів великі дослідження шістнадцяти в'їздів на перехрестя в Штутгарті з 1960 по 1962 р У своїй публікації [7] він вказує на недоліки методу тимчасових інтервалів, при цьому особливо посилається на роботу Гріншілда. Метод тимчасових інтервалів Боргардс називає «непрямим методом для визначення пропускної здатності». При застосуванні цього методу, час, який необхідно n -ному автомобілю в середньому, щоб проїхати регульоване перехрестя, визначене методом тимчасових інтервалів, прирівнюється до часу, за яке в середньому n автомобілів проїжджають регульоване поперечний

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						32
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переріз. Далі Боргардс визначає: «Графіки пропускної здатності (залежність пропускної здатності від тривалості дозволяючого сигналу), отримані таким методом виходять в такому вигляді, що тимчасові інтервали складаються поспіль і певної тривалості дозволяючого сигналу п перших тимчасових інтервалів ставиться у відповідність пропускна здатність п автомобілів, відповідно наведених до легкового автомобіля ».

Боргардс застосовує «прямий метод», при якому заміряються моменти проїзду окремих автомобілів через регульоване поперечний переріз дороги, і визначається середній розподіл автомобілів за тривалість дозволяючого сигналу. При цьому методі враховується, що кількість проїжджаючих перехрестя автомобілів може бути різним. Крім того, при застосуванні прямого методу враховуються автомобілі, що проїжджають на жовтий сигнал світлофора. Ця частина автомобілів грає особливо велику роль при малій тривалості дозволяючого сигналу.

Гьонц [10] в 1982/83 рр. визначав значення часових інтервалів на перехрестях в зимових дорожніх умовах в Берліні. При сухій проїжджій частині середнє значення для всіх автомобілів, що в'їжджає колони дорівнювало 1,79 секунда, а для дороги з зимовою слизькістю (тонкий шар снігу) в середньому 2,93 секунди, а при ожеледі 3,11 секунди. Таким чином, різниця склала від 1,1 до 1,3 секунди щодо нормального стану дороги. Крім того, можна було встановити вплив використаної смуги руху в прямому напрямку: сумарна лінія для лівої смуги руху вказує на малі середні значення тимчасових інтервалів, що Гьонц обгрунтовував «більшою готовністю до ризику при управлінні транспортним засобом». Також було визначено значний вплив часу доби: при поїзді на роботу (з 6:00 до 9:00 годин) середні часові інтервали були помітно менше ніж в період з 11:00 до 13:00 години, в який здійснюються поїздки за покупками, різні відвідування та господарські поїздки.

Ан [10] в 1984 р провів численні цілодобові виміри тимчасових інтервалів на 10 перехрестях в Дюссельдорфі, Дортмунді, Кельні та Гамбурзі. Він встановив залежність тимчасових інтервалів від рівня завантаження

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						33
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розглянутого регульованого в'їзду на перехрестя. Протягом «годин пік» спостерігалися більш низькі сумарні значення тимчасових інтервалів. На перехрестях з максимальним завантаженням пропускна здатність була найбільш високою.

Далі було доведено, що значення тимчасових інтервалів для різних смуг руху один від одного відрізняються. На лівих смугах руху їх значення були в середньому на 9% менше, що ні обґрунтовувалося поведінкою водія (викликаного переважної метою поїздки як, наприклад трудові поїздки і поїздки за покупками), і при цьому не пояснювалося завантаженням підходу. Після порівняння з більш ранніми дослідженнями Ан не виявлено помітного зниження значень часових інтервалів.

Ан зібрав об'ємний масив даних, в його розпорядженні були результати для колони в двадцять автомобілів з будь-якої бажаної комбінацією легкових, вантажних автомобілів і автопоїздів. Він зміг довести, що вантажний автомобіль або автопоїзд впливає не тільки на наступний за ним автомобіль, але і на другий автомобіль після нього. Цей зв'язок в інших дослідженнях не визначалася. Для визначення тимчасового інтервалу автомобіля знаходиться на певній позиції в колоні враховувався не тільки передній автомобіль. Для третього автомобіля не було встановлено залежності. Вантажівка на першій або останній позиції черзі мав менший вплив на зниження пропускної здатності, ніж він же в середині колони.

За допомогою комбінованого розрахунку Ан визначив еквівалентні коефіцієнти приведення для вантажівок і автопоїздів.

У дослідженні Аксхаузена, Феллендорфа і Хука [3], що відбиває останні результати по вимірах тимчасових інтервалів в Німеччині, використовувалася медіана для визначення значень часових інтервалів. При цьому не враховувалися тривалі тимчасові інтервали з-за повільних або пізніше під'їхали автомобілів.

					<i>РКБ.ОПАТ-19δ.316.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також було досліджено вплив ухилу, ширини і положення смуги руху (зовнішня, внутрішня) і радіус повороту повертають наліво на тимчасові інтервали. На підставі вимірів були зроблені наступні рекомендації:

Для рухомих прямо автомобілів:

1. Стандартним значенням тимчасового інтервалу є 1,85 секунд
2. При вузьких смугах руху (<3 метра, великих радіусах повороту).
3. Моделювання об'єкту дослідження

2.3. Методика проведення експерименту

Для отримання коефіцієнтів моделі виїзду автомобілів з парковки в залежності від інтенсивності транспортного потоку використаємо комп'ютерну програму Statistika v6.0. Після чого вона буде перевірена на адекватність.

Для цього в результаті дослідження, проведеного на вулиці Сумській були здобуті такі статистичні дані для обох напрямків руху:

- інтенсивність транспортного потоку;
- час виїзду автомобілів;
- кількість автомобілів розташованих на проїзній частині.

Всі натурні дослідження проводилися в п'ятницю з 8 до 9 години із 18 до 19 години. Локальні натурні спостереження проводяться для отримання фактичних даних про інтенсивності, складі потоку на даній ділянці вулично-дорожньої мережі. Також проводився облік кількості автомобілів на парковці через кожні 15 хвилин, час виїзду з організованої вуличної парковки на першу смугу руху. Для цього збору всіх цих даних була організована група в складі чотирнадцяти чоловік.

Інтенсивність транспортного потоку фіксувалася через кожні 15 хвилин на початку, в середині і в кінці парковки по першій і другій смузі. Також одночасно проводився замір часу виїзду автомобілів із парковки.

Початок фіксування виїзду автомобіля вівся з моменту включення водієм лівого повороту до повного його виїзду на проїжджу частину. Так як склад

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						35
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортного потоку різний, то фіксувалися всі транспортні засоби, що виїжджали в залежності від місця розташування на парковці. Після чого дані про час, який затрачує автомобіль на виїзд заносилися в картку обліку.

Так як суть регресійно-кореляційного аналізу зводиться до встановлення рівняння регресії, виду кривої між випадковими величинами, аргументами x і функцією y , оцінці тісноти зв'язку між ними і достовірності і адекватності результатів вимірювань, то припустимо що час виїзду автомобілів змінюється по показниковому закону

$$t = e^{b_0} \cdot (e^{b_1})^{N_j},$$

дет- час виїзду автомобілів, с;

e - константа Ейлера, $e = 2,71$.

b_0, b_1 – коефієнти регресії;

N_j – інтенсивність транспортного потоку на j -ій смузі руху, авт/год.

Таблиця 2.1

Коефіцієнти регресії

Інтенсивність ТП по смугам, N_j , авт/год	Коефіцієнти регресійної моделі $t = e^{b_0} \cdot (e^{b_1})^{N_j}$			
	b_0	e^{b_0}	b_1	e^{b_1}
	Виїзд автомобілів в напрямку ХАТОБа на початку парковки			
N_1	-2,74485	0,064258	0,01228	1,012356
N_2	-2,70152	0,067071	0,00561	1,005626
$N_{\text{сум}}$	-2,92426	0,053718	0,00401	1,004018
Виїзд автомобілів в напрямку ХАТОБа в кінці парковки				
N_1	0,490074	1,632437	0,005921	1,005939
N_2	-3,01736	0,048948	0,00594	1,005958
$N_{\text{сум}}$	-1,53935	0,214596	0,00312	1,003125

Виїзд автомобілів в напрямку від ХАТОБа на початку парковки				
N_1	0,386574	1,471929	0,007374	1,007401
N_2	-5,73717	0,003224	0,00875	1,008788
$N_{\text{сум}}$	-2,40081	0,090627	0,004	1,004008
Виїзд автомобілів в напрямку від ХАТОБа в кінці парковки				
N_1	0,362418	1,436799	0,008538	1,008575
N_2	-3,20188	0,040681	0,00613	1,006149
$N_{\text{сум}}$	-2,16871	0,114292	0,00378	1,003787

Перевірка моделі на адекватність

Встановлення адекватності – це визначення помилки апроксимації. Для встановлення адекватності необхідно розрахувати експериментальне значення критерія Фішера і порівняти з теоретичним, який приймається при довірчій ймовірності 0,95. Критерій Фішера розраховується за формулою

$$K_{\phi} = \frac{D_a}{D_{cp}},$$

де D_a – дисперсія адекватності;

D_{cp} – середня дисперсія всього експерименту.

$$D_a = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{iT} - \bar{y}_{i\theta})^2}{n - d},$$

$$D_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (y_{iT} - y_{i\theta})^2}{m \cdot n}$$

де y_{iT} -теоретичне значення функції для кожного заміру;

$y_{i\theta}$ -експериментальне значення функції;

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						37
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

\bar{y}_{i_0} - середнє експериментальне значення функції із m серії замірів;

n - кількість замірів в одному дослідженні;

d - число коефіцієнтів рівняння теоретичної регресії.

Розрахункові значення критерія Фішера отримані в програмі Statistika v6.0 наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Результати розрахунків

Смуга руху	Значення критерія Фішера, F		Рівень значимості, P		Коефіцієнт кореляції, r	
	Виїзд автомобілів в напрямку ХАТОБа					
	На початку парковки	В кінці парковки	На початку парковки	В кінці парковки	На початку парковки	В кінці парковки
1	491,38	155,02	0	0	0,94	0,85
2	344,47	690,54	0	0	0,92	0,96
1,2	570,97	463,44	0	0	0,95	0,94
Виїзд автомобілів в напрямку від ХАТОБа						
1	646,49	453,72	0	0	0,94	0,91
2	586,61	333,75	0	0	0,93	0,89
1,2	651,4	560,77	0	0	0,94	0,93

В результаті моделювання часу виїзду автомобілів із парковки в залежності від інтенсивності транспортного потоку по смугах руху було встановлено тісний зв'язок між цими параметрами. Цей зв'язок показує коефіцієнт кореляції, який змінюється від 0,85 до 0,96. При цих значення кореляції критерій Фішера відповідно змінювався з 155,02 до 690,54.

Різниця між теоретичними і фактичними даними часу виїзду складає 2-3 с., що дає змогу встановити адекватність даної регресійної моделі.

Таким чином, аналіз моделювання показав, що виїзд автомобіля спричинює конфліктну ситуацію зв'язану із влиттям в транспортний потік, що збільшує можливість виникнення ДТП.

Аналіз результатів моделювання

Аналіз впливу факторів на поведінку об'єкту

Спираючись на результати дослідження, за допомогою якої побудовані графіки часу виїзду автомобілів із парковки в залежності від інтенсивності транспортного потоку по смугах руху, що показані на рисунках 2.5, 2.6. видно тісну залежність між цими параметрами.

На цих графіках видно, що при незначній інтенсивності транспортного потоку час виїзду автомобілів здійснюється за незначний проміжок часу. Це пов'язано з можливістю виїзду з парковки без додаткової складності, так як відстань між слідуєчими один за одним автомобілями є не значною. При цьому водій, не поспішаючи включає лівий поворот і дивлячись в зеркало заднього виду починає маневр.

Починаючи с данного моменту, коли інтенсивність по смугах руху сут'єво збільшується, в свою чергу швидкість і щільність транспортного потоку зменшується, і відповідно відстань між слідуєчими один за одним автомобілями складає приблизно 2 метри, починає грати психологічний фактор людини. Цей зв'язок є об'єктивним так як водій не бажаючи чекати створюючи аварійну ситуацію на дорозі вливається в транспортний потік, який рухається по першій смузі, що призводить до зниження швидкості руху і відповідно пропускної спроможності дороги. І чим вище стає інтенсивність ТП поведінка водія становиться не адекватною, відповідно час виїзду практично не змінюється.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						39
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

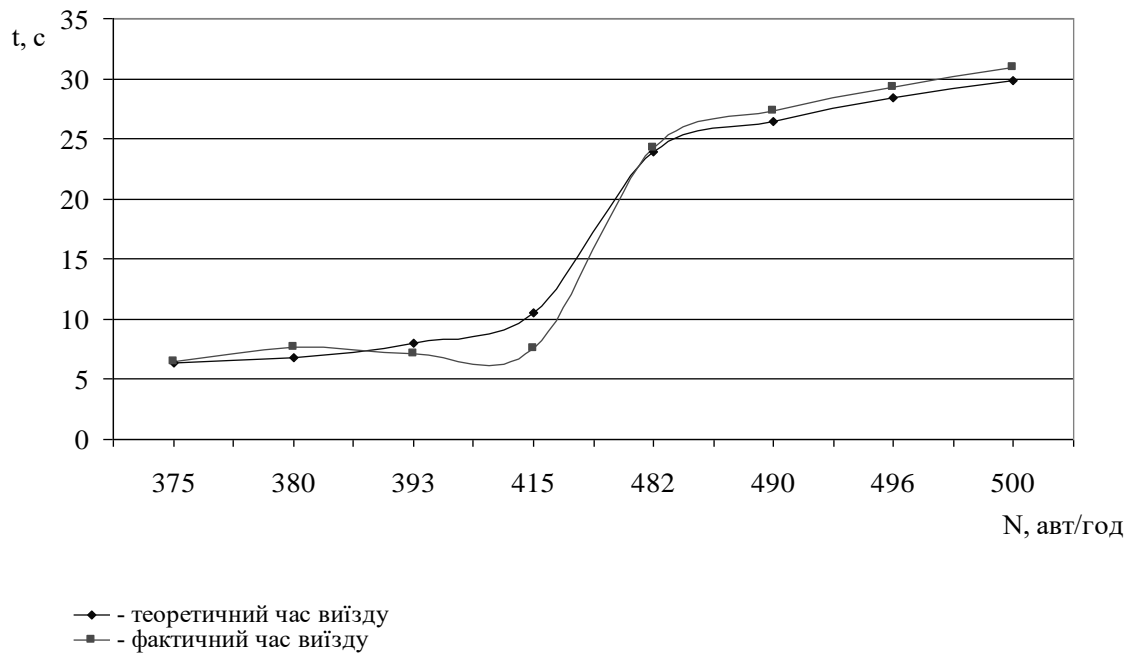


Рис.2.5. Залежність часу виїзду автомобілів від інтенсивності ТП по 1-й смузі на початку паркування

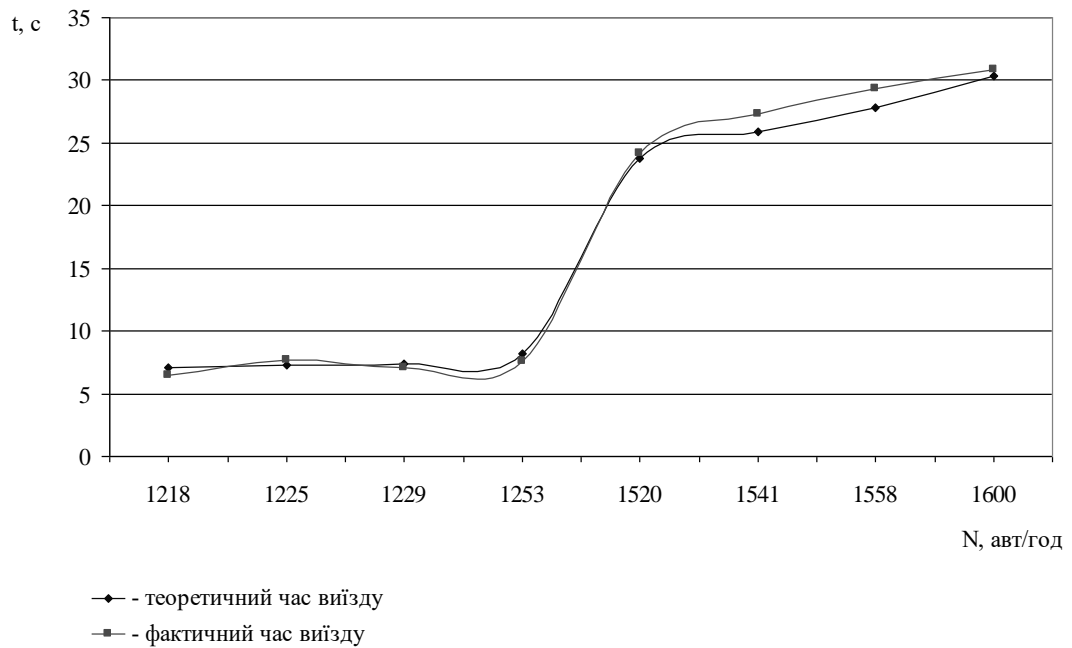


Рис.2.6. Залежність часу виїзду автомобілів від сумарної інтенсивності ТП на початку паркування

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ

Арк.

40

Таблиця 2.3.

Результати досліджень теоретичного і фактичного часу виїзду автомобілів в залежності від інтенсивності ТП по смугах руху

Інтенсивність транспортного потоку, N, авт/год	Теоретичний час виїзду, t _{теор} , с	Фактичний час виїзду, t _{факт} , с	Інтенсивність транспортного потоку, N, авт/год	Теоретичний час виїзду, t _{теор} , с	Фактичний час виїзду, t _{факт} , с	Інтенсивність транспортного потоку, N, авт/год	Теоретичний час виїзду, t _{теор} , с	Фактичний час виїзду, t _{факт} , с
Виїзд на початку парковки в напрямку до ХАТОБа								
375	6,4	6,5	803	6,1	6,5	1218	7,1	6,5
380	6,8	7,7	832	7,1	7,7	1225	7,3	7,7
393	8	7,1	854	8,1	7,1	1229	7,4	7,1
415	10,5	7,6	879	9,3	7,6	1253	8,2	7,6
482	23,9	24,2	1024	22,8	24,2	1520	23,8	24,2
490	26,4	27,3	1051	25,7	27,3	1541	25,9	27,3
496	28,4	29,3	1076	28,1	29,3	1558	27,8	29,3
500	29,8	30,9	1100	30	30,9	1600	30,3	30,9
Виїзд в кінці парковки в напрямку до ХАТОБа								
232	6,3	6,5	816	6,2	6,5	1056	5,8	6,5
254	7,3	7,1	824	6,5	7,1	1070	6	7,1
282	8,7	7,6	854	7,8	7,6	1169	8,2	7,6
296	9,5	7,7	873	8,7	7,7	1226	9,7	7,7
352	13,4	15,1	996	17	15,1	1484	18,3	15,1
474	28,9	26,9	1030	25	26,9	1518	25,4	26,9
480	30	28	1074	27,4	28	1526	26,2	28
488	31,5	28,6	1092	28,2	28,6	1566	27	28,6
158	4,7	5,9	830	4,6	5,9	978	4,5	5,9
176	5,4	6,2	852	5,6	5,1	1041	5,8	6,2
188	5,9	5,6	853	5,6	5,6	1043	5,9	5,6
191	6	5,1	890	7,8	6,2	1066	6,4	5,1
375	23,3	24	988	20,3	23	1372	21,9	24
384	24,9	24,7	1008	21,8	24	1383	22,9	24,7
384	24,9	26,5	1016	23,4	25,5	1400	24,5	26,5
392	26,5	28,5	1052	26,9	28,5	1444	27,6	28,5
Виїзд в кінці парковки в напрямку від ХАТОБа								
180	4	5,9	760	4,3	5,9	978	4,6	5,9
189	4,3	5,6	784	5	5,6	1012	5,2	5,6
228	6	4,4	832	6,7	4,4	1029	5,6	4,4
256	7,6	6,2	840	7	6,2	1040	5,8	6,2
350	20,9	23,3	1004	20,5	23,3	1383	21,3	23,3

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>				Арк.
									41
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

381	22,1	24,1	1010	22,5	24,1	1404	23,1	24,1
395	22,9	23,7	1033	22,9	23,7	1405	23,1	23,7
400	25	25,8	1063	25,4	25,8	1444	25,4	25,8

Склавши регресійну модель і проаналізувавши отримані результати заїзду автомобілів в залежності від інтенсивності ТП дозволило виявити вплив на пропускну спроможність вулично-дорожньої мережі міста Харкова, а саме до її зниження, зменшення безпеки в швидкості руху, створення аварійних ситуацій на дорозі, створення перешкод в роботі МПТ а також зменшення ширини проїзної частини. Результат дослідження показав тісний взаємозв'язок між параметрами парковки і параметрами транспортного потоку.

В результаті виконання даного курсового проекту розроблено методику проведення експерименту з моменту включення водієм лівого повороту до повного виїзду на першу смугу руху, що дозволило провести дослідження.

По результатам дослідження проведеного в місті Харкові на вулиці Сумській виявлено, що при інтенсивності 150-300 авт/год на першій смузі середній час виїзду складає 4-8 с, а при 350-500 авт/год середній час виїзду складає 25-30 секунд, відповідно водночас при інтенсивності на другій смузі 800-900 авт/год, 1000-1100 авт/год. і сумарної інтенсивності 950-1250 авт/год, 1250-1600 авт/год.

Після чого складено регресійну модель виду $t = e^{b_0} \cdot (e^{b_1})^{N_j}$, яка описує залежність виїзду автомобілів з парковки від інтенсивності транспортного потоку по показниковому закону.

Так як виїзд автомобіля являється показником зниження швидкості руху, то він відповідно знижує і пропускну спроможність дороги. Тому знаючи, як впливає парковка на пропускну спроможність дороги можна визначити її необхідність на даній ділянці.

Потік насичення для кожного напрямку даної фази регулювання визначають шляхом натурних спостережень в періоди, коли на підході до перехрестя (пішохідного переходу) формуються досить великі черги

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						42
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортних засобів. Порядок експериментального визначення потоку насичення повинен бути наступним:

- одночасно з включенням зеленого сигналу світлофора включити секундомір і реєструвати за видами транспортні засоби, що перетинають стоп лінію і рухаються по одній із смуг;

- вимкнути секундомір в момент перетину стоп лінії останнім автомобілем черзі;

- записати показники секундоміра і підрахувати число пройшли за цей час наведених транспортних одиниць;

- повторити заміри 10 раз (при досить довгій черзі на смузі з 10-15 автомобілів і більш, можна обмежитися 3-5 вимірами);

- визначити потік насичення для даної смуги руху:

$$M_{nijk} = \frac{3600}{n} \left(\frac{m_1}{t_1} + \frac{m_2}{t_2} + \dots + \frac{m_n}{t_n} \right),$$

n – число замірів;

m - число наведених транспортних одиниць, що пройшли через стоп-лінію за час t ;

t_1, t_2, \dots, t_n – показник секундоміру;

j - номер напрямку руху;

k – номер полоси.

- повторити операції, перераховані в підпунктах 1-5, для кожного з решти смуг розглянутого напрямку даної фази. Підсумувавши отримані результати, отримати показник M_{nijk} - потікнасищення для одного з напрямків даної фази.

- визначити потік насичення M_{nijk} відповідно до викладеної методикою для інших напрямків даної фази, а також для всіх напрямків руху інших фаз регулювання.

Для вимірювання затримок транспортних засобів використовують експериментальні методи, які дають більш точні результати і не вимагають спеціального апаратного забезпечення. В основу методу покладено підрахунок

					<i>РКБ.ОПАТ-19δ.316.ПЗ</i>	Арк.
						43
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стоять автомобілів $n_{ст}$ на вході перехрестя через рівні, досить малі проміжки часу t . Середня затримка автомобіля

$$t_{\Delta j} = \frac{\sum_{i=1}^n n_{cni}}{n_{np}} \times \Delta t ,$$

где-число вимірів, виконаних за певний період спостереження;

n_{np} - число автомобілів, що проїхали перехрестя за той же період;

j - номер напрямку руху (входу перехрестя);

i -номер виміру.

Зазвичай рекомендується підрахувати стоять автомобілі кожні 15 с протягом 5 хвилинного періоду спостережень.

Послідовність операцій при визначенні затримки зводиться до наступного:

- в призначений час спостереження підрахувати число автомобілів, що стоять на даному підході до перехрестя в очікуванні проїзду;

- повторювати підрахунки через кожні 15 с протягом 5 хв. (Автомобілі стоять більше 15 с, враховуються двічі, тричі і т.д.);

- протягом зазначених 5 хвилин вести реєстрацію всіх автомобілів, що пройшли перехрестя в даному напрямку (в тому числі і без зупинки);

- дані підрахунків звести в таблицю;

- визначити середню затримку авто в даному напрямку при зменшенні проміжку часу t .

Точність затримки істотно підвищується при зменшенні проміжку часу t .

Натурні дослідження проводяться на міських перехрестях, розташованих на перегоні вулиць. Вибір місця спостереження здійснюється з урахуванням наступних вимог:

- вимірний процес не впливає на транспортний і пішохідний

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						44
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПОТОКИ;

-Умови огляду для спостерігачів досить гарні.

При русі автомобілів по магістралі за транспортними засобами утворюється зона турбулентного перемішування. При цьому турбулентність, яка веде до вирівнювання концентрації шкідливої речовини у всій зоні механічного перемішування, переважає над параметрами регіональних метеорологічних умов (швидкістю вітру, турбулентність за рахунок сонячної радіації та ін.). Зона механічного перемішування може бути представлена як тунель, в якому повітря ретельно перемішаний і концентрація шкідливих речовин однакова у всіх точках. Таким чином, автомобільна дорога, як джерело забруднення може бути представлена у вигляді лінійного джерела.

Величину концентрації окису вуглецю складається з значення фонові концентрації, тобто концентрації, що формується всіма іншими джерелами даного шкідливої речовини в даній місцевості і значення концентрації, яка залежить від кількості шкідливої речовини, що виділяється автомобілями і від розсіює здатності атмосфери.

Прімаксимальної стійкості атмосфери (відсутність вітру і сонця, тобто сильну хмарність) величина концентрації буде максимальною.

В іншому випадку, при високої турбулентності атмосфери її рассеивающее дію буде значним і концентрація шкідливої речовини в приземному шарі - низькою.

Концентрація окису вуглецю в будь-який точці X від дороги може бути розрахована за формулою:

$$C = \frac{Q}{(\sqrt{2\pi}) * \delta_z * U'} \left[\exp\left(\frac{-1(Z+H)^2}{2(\delta_z)^2}\right) + \exp\left(\frac{-1(Z-H)^2}{2(\delta_z)^2}\right) \right],$$

де M - потужність викиду шкідливої речовини транспортними засобами, г / с;

					РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ	Арк.
						45
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

δz - вертикальна дисперсія, значення якої залежить від відстані від розрахункової точки до зони механічного перемішування;

Z - висота розрахункової точки над рівнем землі, м;

H - ефективна висота викиду над рівнем землі;

U / - середня швидкість вітру, м / с;

У разі, коли напрямок вітру збігається з напрямком прямого ділянки дороги, то алгоритм розрахунку концентрації окису вуглецю наступний. Вся дорога являє собою базарною витягнутий джерело забруднення. Пряма ділянка роботи розбивається на окремі сектори з боку квадрата, яка дорівнює ширині дороги. Кожна секція є джерелом викиду окису вуглецю. Для того, щоб розрахувати концентрації кожна секція замінюється віртуальним (уявним) джерелом забруднення, так що по потужності забруднення викиду цей віртуальний джерело абсолютно еквівалентний квадратної секції, тобто в результаті викиду віртуальним джерелом, на майданчику секції створюється концентрація шкідливої речовини, що дорівнює концентрації в зоні механічного перемішування.

Концентрація окису вуглецю в будь-якій точці поблизу автомобільної дороги може бути визначена за формулою:

$$C_2 = \sum_{i=1}^n \frac{Q}{2\pi * \delta_{yi} * U'} \left[\exp\left(\frac{-1y^2}{2(\delta_{yi})^2}\right) \right] * \left[\exp\left(\frac{-1(Z+H)^2}{2(\delta_z)^2}\right) + \exp\left(\frac{-1(Z-H)^2}{2(\delta_z)^2}\right) \right],$$

де δ_{yi} – дисперсія по осі y для кожного з віртуальних джерел;

Потужність викиду транспортних засобів Q , г / с км можна визначити за формулою:

$$Q = (7.33 + 0.026 * N) * K_1 * K_2 * K_3,$$

де N – наведена годинна інтенсивність автомобілів з карбюраторними двигунами од / год;

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						46
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_1 коефіцієнт, що враховує вплив складу транспортного потоку і його середньотехнічну швидкості, що визначається за таблицею;

K_2 - коефіцієнт, що враховує вплив поздовжнього ухилу дороги.

при $i < 10\%$ $K_2 = 1$

$$10\% < i < 30\% K_2 = 1,02$$

$$30\% < i < 50\% K_2 = 1,04$$

$$50\% < i < 70\% K_2 = 1,06$$

K_3 – коефіцієнт, що враховує очікуване зниження вмісту концентрації СО у відпрацьованих газах. $K_3 = 0,17$

$$K_1 = 0,65; K_2 = 1; K_3 = 0,17;$$

$$Q = (7,33 + 0,026 * 2182) * 0,65 * 1 * 0,17 = 7,0789 \text{ г/с км}$$

Визначаємо за графіком коефіцієнт висоти джерела в порівнянні з місцевістю - K_n (в нашому випадку $K_n = 1$).

Знаходимо проміжний фактор множенням концентрації в зоні механічного перемішування на коефіцієнт $K_n(2)$.

$$F_1 = C_{м1} * K_n \text{ и } F_2 = C_{м1} * K_n$$

$$K_n = 1$$

$$F_1 = 1,7548 \text{ мг/м}^3$$

$$F_2 = 5,8356 \text{ мг/м}^3$$

Знаходимо коефіцієнт видалення (K_1 і K_2) розрахункової точки від магістралі.

Визначаємо концентрацію окисі вуглецю в розрахунковій точці за формулою:

$$C = F_1 * K_1 \text{ и } C = K_2 * F_2$$

При поздовжньому вітрі:

$$X = 10 \text{ м } K_1 = 0,7 C = 1,7548 * 0,7 = 1,2284 \text{ мг/м}^3$$

$$X = 50 \text{ м } K_1 = 0,62 C = 1,7548 * 0,62 = 1,0880 \text{ мг/м}^3$$

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						47
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При поперечному вітрі:

$$X=10 \text{ м} K_1=0.6 C=5.8356 * 0.6=3.5014 \text{ мг/м}^3$$

$$X=50 \text{ м} K_1=0.23 C=5.8356 * 0.23=1.3422 \text{ мг/м}^3$$

Аналогічним методом розраховуємо концентрацію окису вуглецю на вулиці Грейдерного.

$$N = 990 \text{ од/год};$$

$$W = W' = 9 \text{ м};$$

$$H = 0 \text{ м};$$

Частка вантажних автомобілів 10%;

Середня швидкість руху 50 км / год;

Значення фонові концентрації становить $C_{\text{ф}} = 2 \text{ мг / м}^3$;

Розрахунок проводимо для точок, розташованих на відстані 10 і 50 м по перпендикуляру до дороги.

$$K_1=0.65; K_2=1; K_3=0.17;$$

$$Q=(7.33+0.026*990)*0.65*1*0.17=3.6542 \text{ г/с км}$$

$$P_1=5792.4*3.6542/10^5=0.2117 \text{ г/с км}$$

$$C_{M1}=4.28*0.2117=0.9059 \text{ мг/м}^3$$

$$P_2=1765.52*3.6542 *(1.05-0.00328*9)/10^4=0.6584 \text{ г/с км}$$

$$C_{M2}=4.8565*0.6584=3.1974 \text{ мг/м}^3$$

$$K_H=1 F_1=0.9059 \text{ мг/м}^3 F_2=3.1974 \text{ мг/м}^3$$

При поздовжньому вітрі:

$$X=10 \text{ м} K_1=0.7 C=0.9059*0.7=0.6341 \text{ мг/м}^3$$

$$X=50 \text{ м} K_1=0.62 C=0.9059*0.62=0.5617 \text{ мг/м}^3$$

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						48
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При поперечному вітрі:

$$X=10 \text{ мК}_I=0.6C=3.1974*0.6=1.9184 \text{ мг/м}^3$$

$$X=50 \text{ мК}_I=0.23C=3.1974*0.23=0.7354 \text{ мг/м}^3$$

На підстав вищевказаних розрахунків можна зробити висновок, що на перетині вулиць концентрація окису вуглецю при поздовжньому і поперечному вітрі не перевищує $C = 3.5014 \text{ мг / м}^3$, коли як гранично-допустима концентрація становить $C = 5 \text{ мг / м}^3$. Таким чином, концентрація розсіювання окису вуглецю на перетині вулиць грейдерного і Лениногорская і ніякої екологічної небезпеки не представляє.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						49
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз використовуваних в даний час в Україні методів оцінки споживчих властивостей регульованих перехресть показав, що перелік споживчих властивостей і показників, що їх описують в Україні та за кордоном істотно відрізняються. Якщо в Україні оцінюються показники на регульованому перехресті, ступінь завантаження і середня затримка транспортних засобів (при завантаженні напрямку руху більше 1), то в Німеччині і США, крім ступеня завантаження і затримок (можливість оцінки затримок при ступені завантаження напрямку більш 1), оцінюються також довжина черги автомобілів, частка автомобілів, які зупинилися на перехресті, інтегральні показники.

Аналіз різних методів регулювання дорожнього руху на регульованих перехрестях на вулично-дорожньої мережі міст, показав, що незалежно від методу регулювання, що застосовується як в Україні, так і за кордоном параметри управління регульованим перехрестям ґрунтуються на величинах потоку насичення, значення якого в Україні було прийнято понад 30 років тому, за цей час склад транспортного потоку і динамічні характеристики транспортних засобів значно змінилися. Тому завдання уточнення величин по напруженню насичення, вжиття заходів забезпечення його максимального значення для сучасних дорожньо-транспортних умов є актуальним.

Оцінка пропускну́ї 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. На РП міст України походить від 8,8 до 24,4% ДТП (чим більше місто, тим більше ДТП припадає на регульовані перехрестя).

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						50
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения: Учебник для вузов.- М.: Транспорт, 1991.- 183 с.
2. Лысогорский А.А. Городские гаражи и стоянки.- М: Стройиздат, 1972.- 245 с.
3. Самойлов Д.С., Юдин В.А. Организация и безопасность городского движения.- М.: Высшая школа, 1972.- 256 с.
4. Фишельсон М.С. Городские пути сообщения.- М.: Высшая школа, 1980.- 291 с.
5. Черепанов В.А. Транспорт в градостроительстве.- М.: Стройиздат, 1964.- 273 с.
6. Стельмах О.В. Містобудівні принципи і методи формування системи паркування легкових індивідуальних автомобілів в крупних та найкрупніших містах України.-К.: Автореферат, 2004.-16 с.
- 7.Шештокас Р.П. Конфликтные ситуации.-М: Стройиздат, 1984.-286с.
8. Прасоленко О.В. Обгрунтування мережі парковки автомобільного транспорту в умовах міста.- Х.: Автореферат, 2006.-21 с.
- 9.Крутов В.И. Основы научных исследований.- М.: Высшая школа, 1989.- 400 с.
10. Гук В.И. Элементы теории транспортных потоков и проектирования улиц и дорог.- Киев: УМК ВО,1991.-253 с.
11. Організація дорожнього руху: методичні вказівки/ Розр. Денисенко О.В.- Харків: ХАДІ, 2005- 59 с.
12. Каримов, Р. Н. Обработка экспериментальной информации / Р. Н. Каримов // учеб. пособие. - Саратов: СГТУ, 2000. - 108 с.
13. Корчагин, В. А. Анализ и классификация регулируемых магистральных перекрестков [Текст] / В.А. Корчагин [и др.] // Автотранспортное предприятие.— 2007. — № 3. — С. 26-28.

					<i>РКБ.ОПАТ-19д.316.ПЗ</i>	Арк.
						51
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		