

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний технічний університет**  
**«Дніпровська політехніка»**

---

---

*Механіко-машинобудівний*  
(факультет)  
**Кафедра** *Управління на транспорті*  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

кваліфікаційної роботи ступеня *магістра*  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

**студента** *Кононенко Кристини Сергіївни*  
(ПІБ)

**академічної групи** *275м-18-1*  
(шифр)

**спеціальності** *275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*  
(код і назва спеціальності)

**на тему:** *Обґрунтування проектних рішень, щодо підвищення ефективності функціонування елементів вулично-дорожньої мережі м. Дніпро, із використанням пакетів імітаційного моделювання PTV VISSIM та AnyLogic*  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>Наумов В.С.</i>			
розділів:				
<i>Аналітичний</i>	<i>Наумов В.С.</i>			
<i>Теоретичний</i>	<i>Наумов В.С.</i>			
<i>Експериментальний</i>	<i>Наумов В.С.</i>			
<i>Охорона праці</i>	<i>Чеберячко С.І.</i>			
<i>Економічний</i>	<i>Романюк Н.М.</i>			

<b>Рецензент</b>	<i>Слесарев В.В.</i>			
------------------	----------------------	--	--	--

<b>Нормоконтролер</b>	<i>Федоряченко С.О.</i>			
-----------------------	-------------------------	--	--	--

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
завідувач кафедри  
*Управління на транспорті*  
(повна назва)

(підпис) \_\_\_\_\_ *I.О. Таран*  
(прізвище, ініціали)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
ступеня \_\_\_\_\_ *магістра*  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту \_\_\_\_\_ *Кононенко К.С.* \_\_\_\_\_ академічної групи \_\_\_\_\_ *275м-18-1*  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності \_\_\_\_\_ *275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*  
(код і назва спеціальності)

на тему \_\_\_\_\_ *Обґрунтування проектних рішень, щодо підвищення ефективності функціонування елементів вулично-дорожньої мережі м. Дніпро, із використанням пакетів імітаційного моделювання PTV VISSIM та AnyLogic*

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 18.11.2019 № 2112-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Проаналізувати структуру вулично-дорожньої мережі та її основні елементи, обґрунтувати актуальність дослідження, розглянути технічні засоби організації дорожнього руху, виконати аналіз та надати оцінку існуючим заходам щодо підвищення ефективності ОДР у середніх та великих містах.	01.10.2019
Теоретичний	Надати характеристику ВДМ м. Дніпро та обґрунтувати вибір об'єктів дослідження. Розглянути структуру діючої методики розрахунку режимів світлофорного регулювання. Виконати аналіз можливостей та області застосування сучасних програмних продуктів з імітаційного моделювання дорожнього руху PTV VISSIM та AnyLogic.	15.10.2019
Експериментальний	Розробити імітаційні моделі у середовищі PTV VISSIM та AnyLogic для обраних об'єктів дослідження на ВДМ м. Дніпро. Розглянути доцільність застосування до них наступних заходів організації дорожнього руху: оптимізацію світлофорного циклу, влаштування кільцевого перетину, встановлення світлофорного регулювання, облаштування окремої смуги для руху громадського транспорту, відмову від влаштування паркування у крайній правій смузі руху. Надати кількісну оцінку за результатами виконаного моделювання. Запровадити структуру комплексного показника ефективності організації дорожнього руху для оцінки запропонованих заходів.	01.11.2019
Охорона праці	Провести аналіз небезпечних факторів впливу на водіїв та запропонувати необхідні заходи для їх усунення.	30.11.2019
Економічний	Розрахувати економічний ефект від впровадження заходів щодо підвищення ефективності функціонування елементів ВДМ м. Дніпро.	10.12.2019

**Завдання видано**

(підпис керівника)

*В.С. Наумов*  
(прізвище, ініціали)

**Дата видачі**

*16.09.2019*

**Дата подання до екзаменаційної комісії**

**Прийнято до виконання**

(підпис студента)

*К.С. Кононенко*  
(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складається із: 177 сторінок, 117 рисунків, 28 таблиць та 24 літературних джерел.

*Метою дипломної роботи є підвищення рівня безпеки та організації дорожнього руху елементів вулично-дорожньої мережі м. Дніпро із використанням сучасних пакетів імітаційного моделювання.*

*Об'єкт дослідження:* елементи вулично-дорожньої мережі м. Дніпро.

*Предмет дослідження:* вплив результатів імітаційного моделювання на обґрунтування проектних рішень, щодо підвищення ефективності функціонування елементів вулично-дорожньої мережі м. Дніпро.

У вступі представлені проблеми організації дорожнього руху в середніх та великих містах.

В аналітичному розділі проаналізовано структуру вулично-дорожньої мережі та її основні елементи, обґрунтувань актуальність дослідження задачі, проаналізовані заходи щодо підвищення ефективності ОДД.

У теоретичному розділі обґрунтований вибір об'єктів дослідження та проведений аналіз можливостей та області застосування сучасних програмних продуктів з імітаційного моделювання дорожнього руху PTV VISSIM та AnyLogic.

У експериментальному розділі виконана оптимізація світлофорного циклу, обґрунтована доцільність влаштування кільцевого перетину, світлофорного регулювання на з'їзді з Кайдакського моста, смуги для руху громадського транспорту та доведена неефективність влаштування парковок на крайній правій смузі руху.

У розділі охорони праці представлений аналіз небезпечних факторів впливу на водіїв та запропонувати необхідні заходи для їх усунення.

В економічному розділі наведено економічний ефект від впровадження заходів щодо удосконалення організації дорожнього руху.

Практичне значення роботи полягає в підвищенні ефективності організації дорожнього руху елементів вулично-дорожньої мережі м. Дніпро.

**ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ, СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЯ МЕРЕЖА.**

# ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Аналіз структури вулично-дорожньої мережі та її елементів	8
1.2 Обґрунтування актуальності дослідження задачі підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі	18
1.3. Технічні засоби організації дорожнього руху	31
1.4. Аналіз заходів щодо підвищення ефективності організації дорожнього руху	37
1.5. Оцінка ефективності заходів з організації та безпеки дорожнього руху	41
1.6. Постановка задач дослідження	46
1.7 Висновки по розділу	47
2 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	50
2.1 Характеристика вулично-дорожньої мережі міста Дніпро	50
2.2 Вибір об'єктів дослідження на вулично-дорожньої мережі м. Дніпро	54
2.3 Умови та засоби проектування регульованих перехресть	59
2.4 Аналіз класичних методів організації та регулювання дорожнього руху	64
2.4.1 Методика розрахунку світлофорного циклу	64
2.4.2 Аналіз конфліктних точок	66
2.4.3 Оцінка затримок на перехресті	68
2.4.4 Оцінка якості схеми організації руху	69
2.5 Розрахунок світлофорного циклу для перехрестя вулиці Калинова та вулиці Янтарна за класичною методикою	69
2.6 Аналіз можливостей та області застосування сучасних програмних продуктів з імітаційного моделювання дорожнього руху PTV Vission та AnyLogic	74
2.7. Висновки по розділу	86
3 Експериментальні дослідження	89
3.1 Оптимізація світлофорного циклу за допомогою продукту імітаційного моделювання AnyLogic та розрахунок ефективності введених показників в середовищі PTV Vissim	89
3.2 Обґрунтування доцільності влаштування кільцевого пересічення на перетині вулиць Павлова та Набережна Заводська	95
3.3 Обґрунтування доцільності влаштування світлофорного регулювання на пересіченні вулиці Набережна Заводська та з'їзду з Кайдакського моста	112

3.4 Обґрунтування доцільності влаштування смуги для руху громадського транспорту на проспекті Слобожанському	120
3.5 Обґрунтування неефективності влаштування паркування на крайній правій смузі руху	128
3.6 Висновки по розділу	135
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	138
4.1 Вплив дорожньо-транспортних обставин на безпеку людини	138
4.2 Особливості якісного поведіння на дорозі і реагування водієм на нестандартні ситуації	139
4.3 Прогнозування небезпеки	144
4.4 Медичне забезпечення безпеки дорожнього руху	145
4.5 Пожежна безпека	148
4.6 Безпека при надзвичайних ситуаціях	150
4.7 Висновки по розділу	152
<b>5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	153
5.1 Обґрунтування вибору методики розрахунку економічного ефекту від проведених заходів	153
5.2 Розрахунок економії від зниження часу простою транспорту при проектуванні кільцевого пересічення на перехресті вулиці Павлова та вулиці Набережна Заводська	154
5.3 Розрахунок економії від зниження викидів СО від транспорту при проектуванні кільцевого пересічення на перехресті вулиці Павлова та вулиці Набережна Заводська	156
5.4 Розрахунок економії від зниження витрат палива транспорту при проектуванні кільцевого пересічення на перехресті вулиці Павлова та вулиці Набережна Заводська	159
5.5 Висновки по розділу	162
<b>ВИСНОВКИ ПО ДИПЛОМНІЙ РОБОТІ</b>	163
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b>	171
<i>ВІДГУК керівника роботи</i>	173
<i>РЕЦЕНЗІЯ на дипломну роботу</i>	175
<i>ВІДГУК керівника розділу «Охорона праці»</i>	176
<i>ВІДГУК керівника економічного розділу</i>	177

## ВСТУП

В сучасних умовах для пошуку ефективних стратегій управління транспортними потоками в мегаполісі, оптимальних рішень з проектування вулично-дорожньої мережі та організації дорожнього руху необхідно враховувати широкий спектр характеристик транспортного потоку та закономірності впливу зовнішніх і внутрішніх факторів. Одним з можливих прийомів для ефективного керування транспортними потоками, а також вдосконалення організації дорожнього руху (ОДР) у великих містах є використання пакетів імітаційного моделювання.

До теперішнього часу транспортний процес і, зокрема, дорожній рух є функцією процесу обслуговування виробничих та соціальних циклів у суспільстві, а тому набувають роль і властивості самостійної галузі в народному господарстві країни в міру свого кількісного зростання і пов'язаного з цим збільшення частки невиробничої сфери в суспільстві, яка обслуговує безпосередньо транспортний процес. У зв'язку з цим критерієм, функціонування дорожнього руху – забезпечення максимальної пропускної здатності при найбільшому рівні безпеки.

Високий темп розвитку народного господарства і автомобілізації в Україні вимагає істотного підвищення пропускної спроможності і суттєвого розширення вулично-дорожньої мережі країни. Високе зниження пропускної здатності і безпеки руху міських вулиць виникає в зоні перехресть, особливо на ділянках злиття і переплетення транспортних потоків, де відбувається зміна напрямку руху.

У зв'язку з цим виникає необхідність розробки нових сучасних наукових методик і перевірки наявних теоретичних і практичних рішень в тому числі і зарубіжних, на основі вивчення реальних режимів руху.

Слід відзначити, що пропускна здатність доріг є складним показником, який залежить від швидкості руху, розподілу автомобілів по довжині дороги, стану покриття, розмірів геометричних елементів, стану і типу автомобіля і т.д. Ступінь впливу всіх цих факторів може бути встановлена тільки шляхом проведення широких спостережень за режимом руху автомобілів на дорогах.

Однак, на заміну архаїчним методам дослідження та застарілим методикам підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі приходять сучасні пакети імітаційного моделювання організації дорожнього руху. Їх використання знижує витрати часу на дослідження та наступну обробку отриманих даних, знижує матеріальні витрати на оптимізацію процесів організації дорожнього руху за рахунок проведення досліджень в середовищі імітаційного моделювання, а також знижує ймовірність допуску похибки за рахунок автоматизації процесу та зниження праці людини.

В роботі проведено обстеження основних та найбільш вагомих елементів вулично-дорожньої мережі міста Дніпро. За допомогою АВС-аналізу обґрунтовано вибір об'єктів дослідження. Створено моделі з існуючими вихідними даними та моделі з впровадженими заходами щодо вдосконалення організації дорожнього руху на цих об'єктах в програмних продуктах імітаційного моделювання PTV VISSIM та AnyLogic. Доведено доцільність впровадження заходів, направлених на оптимізацію. Проведено аналіз небезпечних факторів впливу на водіїв та запропоновані необхідні заходи для їх усунення. Розрахований економічний ефект від впровадження заходів щодо удосконалення організації дорожнього руху.

*Метою даної дипломної роботи є підвищення рівня безпеки та організації дорожнього руху елементів вулично-дорожньої мережі м. Дніпро із використанням сучасних пакетів імітаційного моделювання.*

## ВИСНОВКИ ПО ДИПЛОМНІЙ РОБОТІ

1. Проведено аналіз структури вулично-дорожньої мережі та її елементів. Проведений аналіз показав, що основними схемами вулично-дорожньої мережі є:

- радіальна;
- радіально-кільцева;
- прямокутна;
- прямокутно-діагональна;
- трикутна;
- гексагональна;
- комбінована;
- довільна.

2. Вулично-дорожня мережа (ВДМ) розподілена на вулиці і дороги, функції яких принципово розрізняються. Автомобільна дорога, вулиця (дорога) – частина території, зокрема в населеному пункті, з усіма розташованими на ній спорудами (мостами, шляхопроводами, естакадами, надземними і підземними пішохідними переходами) та засобами організації дорожнього руху, призначена для руху транспортних засобів і пішоходів та обмежена по ширині зовнішнім краєм тротуарів чи краєм смуги відводу.

3. Проведений аналіз показав, що перехрестя слід класифікувати по:

- категоріях вулиць, що перехрещуються;
- геометричній схемі перехрещення;
- способу організації руху.

4. Обґрунтування актуальності дослідження задачі підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі довело, що зі зростанням рівня автомобілізації загострюється транспортна проблема, суть якої в наступному:

- забезпечення пропуску транспортних потоків високої інтенсивності;
- забезпечення пропускної здатності ВДМ;
- розміщення та зберігання автомобілів у місті;
- підвищення рівня безпеки руху;

5. Виконаний аналіз ролі різних факторів як причин ДТП, дозволив зробити наступні висновки:



- в 57% випадків головна причина ДТП – помилка людини;
- в 27% випадків причиною ДТП є проблема взаємодії людини і дороги;
- в 6% випадків причиною ДТП є проблема взаємодії людини і автомобіля;
- в 3% випадків причиною ДТП є проблема багатосторонньої взаємодії людини, автомобіля і дороги.

6. При проведенні аналізу заходів щодо підвищення ефективності ОДР, було визначено, що при розробці методів організації дорожнього руху необхідно враховувати загальносвітові тенденції розвитку дорожньої мережі, що складаються останнім часом:

- зниження інтенсивності руху транспортних засобів в центральній частині міст;
- пріоритет у русі громадського транспорту і автомобілів, що перевозять декілька пасажирів;
- жорстка регламентація стоянки (обмеження зупинки транспортних засобів на дорогах, підвищення плати за стоянку в центрі міста);
- гармонізація дорожньої мережі та міського середовища, що передбачає виділення зон з сприятливими умовами для різних видів діяльності, в тому числі для руху.

7. Оцінка ефективності заходів з організації та безпеки дорожнього руху показала, що у загальному виді ефективність заходів, що покращують ОДР, полягає у:

- підвищенні рівня безпеки дорожнього руху;
- зниженні витрат часу пасажирів у дорозі;
- зниженні витрат часу пішоходів у місцях переходу автомобільних доріг і вулиць;
- зниженні рівня транспортного шуму;
- поліпшенні екологічних характеристик навколишнього середовища;
- зменшенні концентрації шкідливих речовин, які забруднюють придорожні смуги.

8. При розрахунках викидів шкідливих речовин в атмосферу враховуються такі основні параметри по кожній ділянці будівництва автомобільної дороги:

- інтенсивність руху транспортних засобів;

- середня швидкість руху;
- валові викиди забруднюючих речовин;
- ширина автомобільної дороги;
- тип існуючих захисних споруд (насіпу, виїмки, зелені насадження і т.д.).

9. Надана характеристика вулично-дорожньої мережі міста Дніпро.

10. В дисертаційній роботі колишнього співробітника кафедри управління на транспортні НТУ «Дніпровська політехніка» Кузнєцова О.П «Формування варіанта раціонального розташування АГНКС в містах» [10] наведено результати експертного оцінювання щодо значимості окремих ділянок вулично-дорожньої мережі м. Дніпра. Всього 20 експертами було виділено 45 перехресть. В рамках вирішення поставленої першої задачі про обґрунтування вибору об'єктів дослідження був виконаний АВС-аналіз цих перехресть.

11. До групи А потрапили 25 перехресть. Після виключення вулиць, які не утворюють перехрестя, посилаються на неіснуючі вулиці та розв'язки типу «Круг» та «Віадук» потенційний перелік скоротився на 12 перехресть типу Т та Х.

12. Визначені умови та засоби проектування регульованих перехресть.

13. Представлений аналіз типових методів організації та регулювання дорожнього руху. Наведені розрахункові залежності для визначення наступних параметрів:

- тривалості фаз світлофорного циклу;
- загальних затримок часу на перехресті;
- оцінки якості схеми організації руху

14. Був виконаний розрахунок світлофорного циклу для перехрестя вулиці Калинова та вулиці Янтарна за типовою методикою. Результати розрахунків тривалість циклу дорівнює повинна дорівнювати 100 секунд. Результати аналізу конфліктних точок показали, що перехрестя є малонебезпечним, адже коефіцієнт аварійності  $3 < K_a < 8$ , при тому що кількість ДТП за рік без урахування пішоходів може складати 3 од. При цьому витрати транспортного часу за рік на регульованому перехресті становлять 4 4496 год. За розрахунками на перехресті вулиці Калинова та вулиці Янтарна затори не будуть утворюватися за всіма напрямками руху та всі напрямки будуть задовольняти умову насичення.

15. Аналіз можливостей та області застосування сучасних програмних продуктів з імітаційного моделювання дорожнього руху визначив перелік основних задач, які вони успішно вирішують:

- оптимізація транспортної мережі;
- облік транспортних витрат пасажирів;
- зменшення обсягу контрольних даних;
- можливість обробки і виведення різнорідних даних;
- проектування ділянок транспортної інфраструктури;
- проектування вуличної дорожньої мережі;
- створення 3D моделі проектованої ділянки.

16. Виходячи з гіпотези, що конкурентоспроможність того чи іншого пакета прикладних програм може характеризуватися ступенем його використання споживачами, можна спробувати визначити, які найбільш затребувані фахівцями в області моделювання транспортних потоків. На основі ресурсів наукової електронної бібліотеки eLIBRARY.RU був проведений статистичний аналіз публікацій, в яких згадувалися ті чи інші прикладні програми.

17. Виходячи з результатів цього дослідження, для проведення аналізу дорожньо-транспортної мережі міста Дніпро та оптимізації її основних показників в середовищі імітаційного моделювання, з огляду на доступність використання студентських версій, та версій без обмежень, було прийнято рішення про використання таких програмних продуктів, як PTV Vissim та AnyLogic.

18. В сучасних умовах одним із найбільш дієвих методів підвищення пропускної можливості дороги є оптимізація світлофорного циклу.

19. У якості об'єкту дослідження на ВДМ м. Дніпро було обране перехрестя вулиці Калинова та вулиці Янтарна. Розроблені дві імітаційні транспортні моделі – з теперішнім світлофорним циклом та з оптимізованим світлофорним циклом (Рис.3.2) у програмному середовищі PTV VISSIM та AnyLogic, виконано їх аналіз.

20. Результати моделювання, засвідчують, що оптимізація світлофорного регулювання сприяє підвищенню ефективності руху за обраними показниками з діапазоні від 2% до 13%. Значення запропонованого комплексного показника ефективності для моделі зі оптимізованим світлофорним регулюванням становить 1, а для моделі з теперішнім світлофорним регулюванням – 0,95, таким чином

загальна ефективність запропонованих рішень для обраного об'єкту дослідження склала 5%.

21. Одним із найбільш дієвих методів зниження аварійності та запобігання ДТП безпосередньо на перехрестях є облаштування сучасних кільцевих перетинів малого і середнього діаметрів. Виконано аналіз зарубіжного досвіду щодо ефективності запровадження кільцевого руху, наведені основні елементи сучасного кільцевого перетину.

22. У якості об'єкту дослідження на ВДМ м. Дніпро було обране перехрестя вул. Набережна Заводська – вул. Павлова. Розроблені дві імітаційні транспортні моделі перехрестя (із регульованим та кільцевим рухом) у програмному середовищі PTV VISSIM.

23. Результати моделювання, засвідчують, що застосування кільцевого руху сприяє підвищенню ефективності руху майже за всіма обраними показниками з діапазоні від 3% до 92%. Значення запропонованого авторами комплексного показника ефективності для кільцевого руху становить 0,99, а для світлофорного – 0,39, таким чином загальна ефективність запропонованих рішень для обраного об'єкту дослідження склала 60%.

24. В сучасних умовах одним із найбільш дієвих методів зниження аварійності та запобігання ДТП безпосередньо на з'їздах з мостів є облаштування світлофорного регулювання. У якості об'єкту дослідження на ВДМ м. Дніпро було обране перехрестя вул. Набережна Заводська – з'їзд з Кайдакського мост.

25. Розроблені дві імітаційні транспортні моделі – без світлофорного регулювання та зі світлофорним регулюванням (Рис.3.21-Рис.3.22) у програмному середовищі PTV VISSIM та AnyLogic, виконано їх аналіз. Результати моделювання, засвідчують, що застосування світлофорного регулювання сприяє підвищенню ефективності руху за всіма обраними показниками з діапазоні від 6% до 78%.

26. Значення запропонованого авторами комплексного показника ефективності для моделі зі світлофорним регулюванням становить 1, а для моделі без світлофорного регулювання – 0,59, таким чином загальна ефективність запропонованих рішень для обраного об'єкту дослідження склала 41%.

27. Для підвищення пропускну́ї спроможності дороги та зниження часу простою одним із найбільш дієвих методів є облаштування виділеної смуги для руху громадського транспорту.. У якості об'єкту дослідження на ВДМ м. Дніпро було обрано ділянку дороги на проспекті Слобожанському між вулицею Калиноюю та вулицею Кожем'яки.

28. Розроблені дві імітаційні транспортні моделі (без виділеної смуги для руху громадського транспорту та зі смугою) у програмному середовищі PTV VISSIM. Результати моделювання, засвідчують, що застосування виділеної смуги руху сприяє підвищенню ефективності руху за всіма обраними показниками з діапазоні від 6% до 99%.

29. Значення запропонованого авторами комплексного показника ефективності для моделі з виділеною смугою становить 1,00, а без виділеної смуги – 0,22, таким чином загальна ефективність запропонованих рішень для обраного об'єкту дослідження склала 78%.

30. В теперішній час коли кількість транспортних засобів з кожним роком все більше зростає, гостро постає проблема кількості паркувальних місць у великих містах. У якості об'єкту дослідження на ВДМ м. Дніпро було обрано ділянку дороги на вулиці Ярослава Мудрого на перехресті з вулицею Воскресенська.

31. Розроблені дві імітаційні транспортні моделі (без парковки та з парковкою) у програмному середовищі PTV VISSIM. Результати моделювання, засвідчують, що створення парковки на крайній праві полосі руху сприяє зниженню ефективності руху за всіма обраними показниками з діапазоні від 26% до 62%. Значення запропонованого авторами комплексного показника ефективності для моделі без парковки становить 1,00, а з парковкою – 0,54, таким чином загальна ефективність запропонованих рішень для обраного об'єкту дослідження знизилася на 46%.

32. Проаналізовано вплив дорожньо-транспортних обставин на безпеку людини.

33. Визначені особливості якісного поведження на дорозі і реагування водієм на нестандартні ситуації.

34. Виконано аналіз прогнозування небезпеки.

35. Розглянуто медичне забезпечення безпеки дорожнього руху.

36. Проаналізовано пожежну безпеку.

37. Визначена безпека при надзвичайних ситуаціях.

38. Обґрунтований вибір методики розрахунку економічного ефекту від проведених заходів.

39. Розрахована економія від зниження часу простою транспорту при проведенні заходів.

40. Розрахована економія від зниження витрат палива транспорту при проведенні заходів. Економія від зниження витрат часу (викидів CO та витрат палива) транспорту визначається як різниця між вартістю часу (Стр) (викидів CO та витрат палива), втраченого на кожному з перетинів в існуючих і проєктованих умовах. Якщо результат виходить негативним, це означає, що заходи викликають не зниження, а підвищення витрат часу транспорту, і в подальших розрахунках цей результат враховується зі знаком «мінус».

41. Розрахована економія від зниження витрат палива транспорту при проведенні заходів.

42. Результати розрахунку економії довели, що заходами, які привели до найбільшого економічного ефекту є введення кільцевого руху (21%) та виділення смуги для руху громадського транспорту (19%). Найбільш неефективним є влаштування парковок на крайній правій смузі руху (-52%). Також слід відзначити, що перехрестя вулиці Калинова та Янтарна не потребує змін та не несе за собою майже ніякого економічного ефекту.