

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГІЛЕВИЧ ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ

УДК 656.051

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЬ
З ЖОРСТКИМИ СВІТЛОФОРНИМИ ЦИКЛАМИ**

05.22.01 – транспортні системи

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному університеті «Львівська політехніка»
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
Форнальчик Євген Юліанович,
Національний університет «Львівська політехніка»,
завідувач кафедри транспортних технологій

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Лобашов Олексій Олегович,
Харківський національний університет міського
господарства імені О.М. Бекетова,
професор кафедри транспортних систем і логістики

кандидат технічних наук, доцент,
Єресов Володимир Іванович,
Національний транспортний університет,
професор кафедри транспортних систем та безпеки
дорожнього руху

Захист дисертації відбудеться «___»_____ 2017 р. о ___ годині на
засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.059.02 у Національному транспортному
університеті за адресою: 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, зала
засідань (ауд. 333).

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці Національного
транспортного університету: 01103, Україна, м. Київ, вул. Кіквідзе, 42.

Автореферат розісланий «___»_____ 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

В.І. Каськів

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Різке зростання кількості транспортних засобів – ТЗ (автомобілі та автобуси), особливо автомобілів, на ВДМ нашої країни, яке відбулося за останнє десятиліття, призвело до появи низки проблем, пов'язаних з організацією дорожнього руху. Особливо відчутні наслідки автомобілізації в містах з радіально-кільцевою схемою ВДМ (історична забудова). Інтенсивне наповнення ТЗ вулиць і доріг з незмінними геометрично-планувальними параметрами призвело до утворення заторів і відповідно затримок їх перед перехрестями (зокрема регульованими) через наявність чинників, які здійснюють істотний негативний вплив на процес руху, невиважено сповільнюючи його. Неврахування цього було б хибним.

Ріст рівня автомобілізації зумовив появу значної кількості ТЗ з високими швидкісними характеристиками. Але поряд з ними у транспортних потоках (ТП) зустрічаються автомобілі з низькими показниками тягової та гальмової динамічності (маршрутні автобуси, вантажні автомобілі житлово-комунальних господарств і, які обслуговують будівельні майданчики, дорожню шляхову службу і такі інші) з фізично та морально застарілим рухомим складом.

Найбільші проблеми в дорожньому русі можна спостерігати на регульованих перехрестях. Існуючі методики розрахунку світлофорних циклів, розроблялися для ідеальних умов руху і вони не у повній мірі враховують: стан і якість дорожніх покриттів (природний знос і пошкодження їх, бруківка, яка часто неякісно викладена; наявність трамвайних колій, головки рейок яких виступають над рівнем покриття); склад ТП (поряд з легковими автомобілями рухається велика частка автобусів і вантажних автомобілів, у т.ч. зношених з низькими динамічними характеристиками); незначні відстані між перехрестями (ускладнюють можливість влаштування координованого регулювання); відсутність рівнозначної паралельної вулиці (унеможливорює влаштування одностороннього руху). Все це призводить до утворення заторів, непродуктивних затримок, значних черг, транспортної втоми пасажирів та водіїв, загазованості в зоні перехресть.

Отже, потрібно враховувати перелічені чинники у розрахунках світлофорних циклів. Спираючись на це і виникла потреба у розв'язанні науково-прикладної задачі підвищення ефективності роботи ізольованих регульованих перехресть з жорстким світлофорним циклом на основі мінімізації затримок ТЗ, пов'язаних з проїздом регульованих перехресть, яка на сьогодні є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у рамках наукового напрямку кафедри «Транспортні технології» НУ «Львівська політехніка» та науково-дослідної роботи «Оптимізація параметрів вулично-дорожньої мережі і пішохідно-транспортних потоків та організації автомобільних перевезень» (номер державної реєстрації 0113U0013448), відповідно до Транспортної стратегії України на період до 2020 року (схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р., № 2174-р) та Концепції державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2016 року (схвалена Постановою Кабінету Міністрів України від 25.03.2013 р., № 294).

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності роботи ізольованих регульованих перехресть з жорстким світлофорним циклом

мінімізацією транспортних затримок з урахуванням складу та технічного стану транспортних засобів і дорожніх покриттів.

Задачі дослідження:

- провести аналіз методів і моделей з визначення потоків насичення і затримок, пов'язаних з проїздом перехресть;

- провести експериментальні дослідження на вулично-дорожній мережі міста, щодо встановлення фактичних значень миттєвих швидкостей транспортних засобів, інтенсивностей транспортних потоків, затримок в зоні перехрестя з оцінкою рівності дорожніх покриттів, розгінних швидкостей транспортних засобів з різними кумулятивними пробігами;

- вдосконалити алгоритми визначення коефіцієнтів зведення до легкового автомобіля та розрахунку потоків насичення;

- розробити алгоритми проїзду транспортними потоками різних інтенсивностей X-подібних ізольованих регульованих перехресть жорсткими світлофорними циклами та визначення затримок транспортних засобів;

- розробити методики визначення затримок ТЗ при проїзді регульованих перехресть з жорстким світлофорним циклом з урахуванням дорожніх умов.

Об'єкт дослідження – процес проїзду транспортними потоками ізольованих регульованих перехресть з жорстким світлофорним циклом.

Предмет дослідження – закономірності змін тривалості затримок транспортних засобів, черг перед ізольованими регульованими перехрестями, потоків насичення з урахуванням інтенсивності та структури транспортних потоків, ступеня зношеності транспортних засобів та проїзної частини.

Методи дослідження. Методи: теорії ймовірностей та математичної статистики; натурних досліджень вулично-дорожньої мережі міста та роботи регульованих перехресть; експериментальних досліджень рівності дорожніх покриттів та розгінних швидкостей транспортних засобів; імітаційного моделювання з використанням програмного продукту VISSIM для дослідження регульованих перехресть та визначення оптимальних режимів роботи світлофорних об'єктів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- вперше розроблено алгоритм розрахунку потоків насичення, який на відміну від існуючих, враховує характеристики рівності дорожнього покриття в зоні перехрестя і дає змогу одержати скорочення затримок транспортних засобів на перехресті до 14 %;

- вдосконалено алгоритм визначення коефіцієнтів зведення до розрахункового (легкового) автомобіля при обґрунтуванні тривалості світлофорного циклу, з урахуванням технічного стану транспортних засобів, що дає змогу підвищити ефективність роботи ізольованих регульованих перехресть.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблений підхід до розрахунку потоків насичення дозволяє скоротити час на збір початкової інформації для розрахунку дозвільних сигналів у світлофорному циклі. Методика оцінювання негативного потенціалу транспортних засобів враховуватиме в оптимізованих світлофорних циклах не тільки індивідуальні динамічні властивості окремих транспортних засобів, але й цілого транспортного потоку, що проїжджає регульоване перехрестя, яке може мати понаднормативні нерівності дорожніх покриттів. Застосування запропонованого методу розрахунку дозвільних сигналів у

світлофорному циклі дасть змогу зменшити тривалості затримок транспортних засобів (середніх і сумарних) перед перехрестям на магістральному напрямку.

Розроблена методика визначення затримок транспортних засобів при проїзді регульованих перехресть з жорстким світлофорним циклом з урахуванням дорожніх умов впроваджена у ЛКП «Львівавтодор» та ДП ДППМ «Містопроект». Методики експериментальних досліджень та моделювання проїзду перехресть з використанням програмного продукту VISSIM використовуються у навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка» для підготовки магістрів спеціальності «Організація і регулювання дорожнього руху».

Особистий внесок здобувача. Теоретичні та експериментальні результати досліджень, які виносяться на захист, отримано автором самостійно [9]. У спільних публікаціях автором встановлено вплив ступеня зношеності деталей циліндро-поршневої групи на розгінну швидкість транспортних засобів [5-7], а також нерівностей дорожніх покриттів на тривалість проїзду перехресть [3, 4, 8] виконано моделювання роботи регульованого перехрестя з використанням програмного продукту VISSIM та опрацьовано результати досліджень [1] й визначено оптимальні за мінімізацією тривалості затримок транспортних засобів світлофорні цикли з урахуванням структури транспортних потоків, ступеня зношеності двигунів транспортних засобів та нерівностей дорожніх покриттів [2].

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались та обговорювались на: Міжнародній науково-практичній конференції «Логістика промислових регіонів» (м. Донецьк, ДААТ, 2010 р.); на VIII міжнародній науково-практичній конференції «Устойчивое развитие городов. Управление проектами и программами городского и регионального развития» (м. Харків, ХНАМГ, 2010 р.); на I Міжнародній конференції молодих вчених ЕМТ-2010 (м. Львів, НУЛП, 2010 р.); на 10-му міжнародному симпозиумі українських інженерів-механіків у Львові (м. Львів, НУЛП, 2011 р.); на 4-ї Міжнародній науково-технічній конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій» (м. Львів, НУЛП, 2014 р.); на LXX науковій конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету (м. Київ, НТУ, 2014 р.); на Всеукраїнській науково-теоретичній конференції «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання» (м. Львів, НУЛП, 2015 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, з них дві статті у закордонних журналах, які входять у наукометричну базу Scopus та Scopus, 7 статей у фахових наукових виданнях України (одна одноосібно), а також 7 тез доповідей.

Структура й обсяг дисертації. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 133 найменувань, та додатків. Обсяг дисертації – 122 сторінки основного тексту, 10 додатків, 28 таблиць, 23 рисунки. Загальний обсяг роботи – 169 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і завдання для її досягнення, визначено об'єкт і предмет дослідження, наведено

наукову новизну, практичне значення та впровадження результатів дисертаційної роботи.

У **першому розділі** проаналізовано сучасні методи дослідження проїзду регульованих перехресть, розрахунку транспортних затримок та потоків насичення, а також особливостей моделювання руху транспортних потоків через такі перехрестя з урахуванням чинників, які впливають на інтенсивність проїзду перехресть, і обґрунтовано критерій ефективності їх роботи.

Теоретичні і прикладні основи управління дорожнім рухом викладені у фундаментальних наукових працях вчених Кременця Ю.О., Брайловського М.О., Сільянова В.В., Левашова А.Г., Поліщука В.П., Гаврилова А.А., Четверухіна Б.М., Лобашова О.О., Єрєсова В.І., Врубеля Ю.А., Іносе Х., Хамади Т. та ін.

Вивчення проблем з організацією дорожнього руху у містах з різними структурами ВДМ і транспортними потоками дало змогу виокремити особливості проїзду ними регульованих ізольованих перехресть з жорстким світлофорним циклом і вони, в основному, генерують надмірні черги та затримки ТЗ на головних напрямках.

Оскільки для перехресть з жорстким циклом регулювання ТП рухаються із змінними інтенсивностями, а пропускна здатність їх постійна, то затримки автомобілів перед ними будуть також змінними і в окремих ситуаціях можуть зумовлювати затори на ВДМ. У зв'язку з цим є потреба досліджувати такі основні особливості:

- розглядати формально не лише склад ТП, який завжди неоднаковий, і зводити його до легкових транспортних засобів, але й обов'язково оцінювати імовірність появи у ньому таких ТЗ, які знижуватимуть інтенсивність проїзду (вантажні автомобілі та автобуси); існуючі коефіцієнти зведення не враховують імовірнісної природи наявності у ТП тих чи інших ТЗ;

- серед вантажних ТЗ та автобусів у ТП не усі вони з однаковим технічним станом; поява таких ТЗ перед перехрестям (особливо важливо перед стоп-лінією, які рушають першими на зелений сигнал світлофора) також має імовірнісний характер;

- на інтенсивність проїзду перехресть впливають тип і якість їх дорожніх покриттів та в околі примикань до них; їх характеристики не постійні і можуть в окремих випадках істотно впливати на інтенсивність проїзду.

Визначенню тривалості транспортних затримок перед регульованими перехрестями присвячені роботи Вебстера, Міллера, Ньюелла, Брілона і Ву та інших. Розглядалися перехрестя з рухом ТЗ в один бік і як одноканальні моделі систем масового обслуговування з обмеженою чергою. Сучасні формули для розрахунку транспортної затримки розроблені американськими вченими і використовуються в інструкціях з визначення пропускної здатності доріг (НСМ 1994 та НСМ 2000 – Highway Capacity Manual). Однак використання їх для визначення параметрів організації проїзду ТЗ ізольованих регульованих перехресть для вітчизняної ВДМ зумовлює невідповідність фактичним потребам.

На сьогодні сформована методологія досліджень проїзду ТП через регульовані перехрестя, в основі якої лежать експериментальні натурні дослідження та їх результати, щодо структур потоків, інтенсивностей проїзду перехресть, затримок перед перехрестями та довжин черг, для різних типів (за геометрією та рядністю) перехресть. Встановлено, що переважна більшість легкових автомобілів у ТП є

іноземного виробництва з високими показниками технічних характеристик, незначними термінами служби. Однак, у цих ТП (на прикладі опосередкованих даних на усіх досліджуваних перехрестях) є такі учасники руху (вантажні автомобілі – 19%, автобуси – 26%, тролейбуси – 1%), для яких названі показники відрізняються в гіршу сторону.

Якщо умовно брати до уваги, що усі учасники руху однакового року випуску і технічного стану, то за динамічними характеристиками вони різні. Різницю у них підсилюють додатково ступінь наповненості салонів пасажирами чи вантажних платформ вантажами. Усі ці засоби рухаються спільно в одному і тому ж потоці з різною тривалістю проїзду ними перехресть. Вона, крім цього, буде видовжуватись і через різні типи дорожніх покриттів та їх якість. Тому у методиці розрахунку світлофорних циклів з використанням критерію ефективності роботи ізольованих регульованих перехресть, яким є мінімум тривалості затримок ТЗ, повинні враховуватись не ідеальні, а реальні дорожні умови й не тільки кількісні, але й якісні структури транспортних потоків.

У **другому розділі** наведено результати аналізу регульованих перехресть з жорстким світлофорним циклом, обґрунтовано чинники, які впливають на параметри потоків насичення та затримки ТЗ перед ними, й на підставі цього сформовано теоретичну модель для дослідження цього впливу.

У дослідженнях режимів роботи світлофорних об'єктів за базову основу служать інтенсивності ТП різної структури, які зводять до легкового автомобіля. Різні дослідники обґрунтовують різні значення цих коефіцієнтів.

Вибірковим аналізом статистичних даних про наявні автобуси (772 од.), що обслуговують громадські маршрути у м. Львові (АТП №1, «Успіх БМ», «Міра і К», «Фіакр» та АТП-14630) виявлено їх віковий діапазон, який розбито на 4 групи: 1-3 роки; 4-6; 7-10; більше 10 років. Очевидно, що, чим з більшим терміном служби використовуються автомобілі, тим нижчі їх техніко-експлуатаційні характеристики, що позначається на зниженні динамічних властивостей.

Кількість відповідних ТЗ у ТП упродовж ранкового і вечірнього часів-пік має випадковий характер. Знаючи стохастичну природу наявності у ТП різних типів ТЗ, потрібно оперувати імовірнісними показниками – ймовірностями наявності у ТП відповідного типу ТЗ.

На прикладі перехрестя вул. Антоновича-Бандери визначено імовірності наявності у ТП кожного типу ТЗ: $p(N_l) = 0,8519$; $p(N_g) = 0,0107$; $p(N_{авто}) = 0,1374$. Тому ці характеристики уведені у формулу зведення ТЗ ТП до легкового автомобіля, з урахуванням часток особливо зношених ТЗ, починаючи з терміну служби їх більше 10-ти років, як такі, які об'єктивно характеризуватимуть склад ТП:

$$N_{зг} = 1,167 \cdot 0,8519 \overline{N_l} + 1,526 \cdot 0,0107 \cdot 1,48 \overline{N_g} + 1,526 \times \\ \times 0,1374 \cdot 1,367 \overline{N_{авто}} = 0,9942 \overline{N_l} + 0,0163 \overline{N_g} + 0,2097 \overline{N_{авто}}, \quad (1)$$

де $\overline{N_l}$, $\overline{N_g}$ та $\overline{N_{авто}}$ – математичні сподівання кількості ТЗ (легкових, вантажних, автобусів), які проїжджають перехрестя за час горіння зеленого сигналу.

На інтенсивність прибуття ТЗ до перехрестя та проїзду його мають вплив не тільки склад ТП, технічний стан ТЗ, імовірнісна природа наявності їх у ТП, але й

тип та якість дорожніх покриттів. Дефекти покриттів, більші допустимих, сповільнюють швидкість ТП знижуючи потік насичення на перехресті.

Відчутне погіршення показників тягової динамічності з ростом кумулятивних пробігів у значній мірі характерне для вантажних автомобілів та міських маршрутних автобусів через не відповідні нормативним вимогам терміни їх служби та несвоєчасне виконання ремонтів, у першу чергу двигунів. Зокрема деталей циліндро-поршневої групи, якою забезпечується якісне проходження робочих процесів згоряння паливної суміші та отримання відповідної потужності двигунів. Якщо деталі зношені, то це знижує динаміку ТЗ, видовжує процес старту при увімкненні дозвільного сигналу світлофора, зменшує швидкість проїзду перехрестя. Розраховані показники зниження потужності та крутного моменту зношеного двигуна підтверджуються, раніше виконаними під керівництвом проф. М.І. Іваценка, експлуатаційними дослідженнями на прикладі вантажних ТЗ та порівняно недавніми щодо двигунів легкових автомобілів.

На затримки істотно впливали розташування різних ТЗ перед стоп-лінією: якщо першим був вантажний автомобіль або автобус, фактичні значення затримок були значно більшими, ніж розрахункові, що зумовлено низькими їх розгінними швидкостями, порівняно з легковими автомобілями. Результати отримано вимірюванням розгінних швидкостей автобусів V_p з різними кумулятивними пробігами (125,8-161,2 тис. км) упродовж проїзду t_p перехрестя:

$$V_p = 3,5711t_p + 0,2205. \quad (2)$$

Окремо виконувались порівняльні дослідження особливостей проїзду ТП перехрестя з низьким технічним станом проїжджої частини та ідеально зразковим її станом. Перше перехрестя знаходилось у вкрай незадовільному стані: головки трамвайних рейок в окремих місцях виступають на 8-10 см над проїзною частиною, наявна значна кількість вибоїн з заглибленнями 5-12 см. Показники рівності другого відповідали нормативам. На першому перехресті швидкості руху легкових автомобілів були в межах 3-10 км/год, автобусів 3-8 км/год і вантажних автомобілів 3-6 км/год. з математичним сподіванням – $M(V) = 5,69$ км/год; дисперсія – $D(V) = 2,51$ км/год; середнє квадратичне відхилення – $\sigma(V) = 1,58$ км/год. Швидкості проїзду ТЗ на другому значно вищі: 12-33 км/год – легкові автомобілі; 11-23 км/год – автобуси; 9-15 км/год – вантажні автомобілі з відповідними числовими характеристиками, $M(V) = 17,15$ км/год; $D(V) = 18,69$ км/год; $\sigma(V) = 4,32$ км/год. У зв'язку з нерівностями проїзної частини черга автомобілів, яка утворилася за час горіння заборонного сигналу, не встигала роз'їхатися на першому перехресті, хоча тривалість дозвільного сигналу достатня, $t_3 = 30$ с.

Досліджувалась ТП на магістральних вулицях, зокрема на примиканні вул. В. Великого до Стрийської. Встановлено, що миттєві швидкості ТЗ лежать в межах від 10 до 70 км/год. (математичне сподівання $M(V) = 35,44$ км/год; середнє квадратичне відхилення $\sigma(V) = 10,28$ км/год; коефіцієнт варіації $v_g = 29,01\%$). Такий розмах швидкостей зумовлений різними динамічними характеристиками

транспортних засобів, неякісним станом дорожніх покриттів. Розподіл часових інтервалів між транспортними засобами характеризується також значним розкидом – від 0,99 до 43,36 с ($M(t) = 5,24$ с; $\sigma(t) = 5,93$ с; $\nu_t = 113,17\%$). Гістограми та теоретичні криві розподілів миттєвих швидкостей (згідно з нормальним законом) та інтервалів (експоненційний) між автомобілями наведені на рис. 1.

Очевидно, що часові інтервали між автомобілями та їх швидкості – це стохастичні величини, а регулювання проїзду перехресть жорстке, що зумовлює утворення черг перед перехрестями.

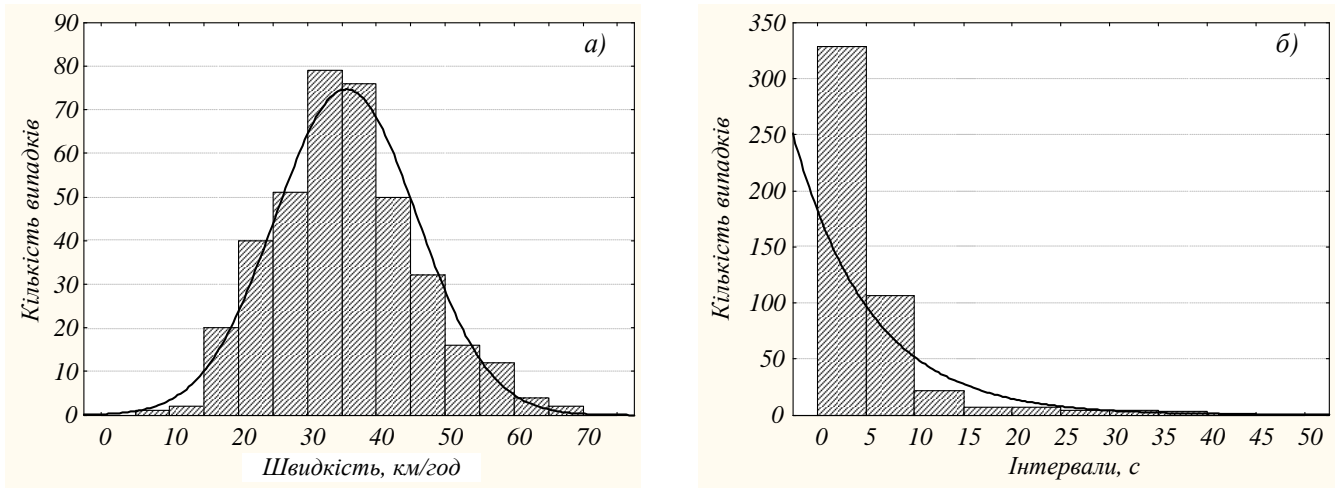


Рисунок 1 – Гістограми та теоретичні криві розподілів: а – миттєвих швидкостей; б – інтервалів між автомобілями (перехрестя вул. Стрийська – Володимира Великого)

Під час проектування та аналізу роботи регульованого перехрестя визначальним параметром є потік насичення (ПН). Під час проектування режиму регулювання на перехресті використовують значення ідеального ПН та коефіцієнти коригування, які враховують місцеві умови (геометрично-планувальні параметри перехрестя, умови руху, схеми пофазного роз'їзду тощо). Чинники, які впливають на ПН, впливають також і на зміну швидкості транспортного потоку. Тому було запропоновано використовувати швидкість проїзду перехрестя як величину, на яку впливають геометрично-планувальні характеристики перехрестя, стан дорожнього покриття, умови руху на ньому, склад потоку, технічний стан ТЗ.

Встановлено, що ПН з обмеженням швидкості на перехресті і після нього є дещо нижчим, ніж за обмеження лише в зоні перехрестя (довжина перехрестя – 20 м). Це вказує на те, що збільшення довжини зони обмеження швидкості також знижує ПН. Тому проводились його дослідження з використанням програмного продукту VISSIM за відповідною методикою. При цьому значення обмеження швидкості змінювали від 10 км/год до 55 км/год з інтервалом 5 км/год, а довжину зони обмеження – від 5 м до 50 м (зона довжиною 5 м імітує, наприклад, проїзд нерівностей чи вибоїн на покритті або малі радіуси заокруглень для правоповоротних потоків).

Оскільки ПН утворюється при роз'їзді черги транспортних засобів на дозвільний сигнал світлофора і його інтенсивність визначається в перерізі стоп-лінії для однієї смуги руху, то для цього дослідження створювалась модель смуги руху із

стоп-лінією (світлофором) та ділянкою обмеження швидкості (рис.2). Швидкість може бути обмежена лише в зоні перехрестя (рис. 2, а). Таке обмеження може виникати внаслідок зміни типу покриття, незадовільного стану проїзної частини, зниження швидкості для виконання маневру тощо. Швидкість також може обмежуватись як в межах перехрестя, так і поза ним, наприклад, коли тип покриття або стан проїзної частини погіршується, починаючи від перехрестя (рис. 2, б). Обмеження може виникати також лише за (рис. 2, в) або лише до перехрестя (рис. 2, г), а також може бути постійним (рис. 2, д). Ідеальним є випадок, коли швидкість руху на підходах до перехрестя, безпосередньо на ньому і поза ним обмежується лише динамічними властивостями транспортних засобів, рівнем їх технічного стану або Правилами дорожнього руху (рис. 2, е).

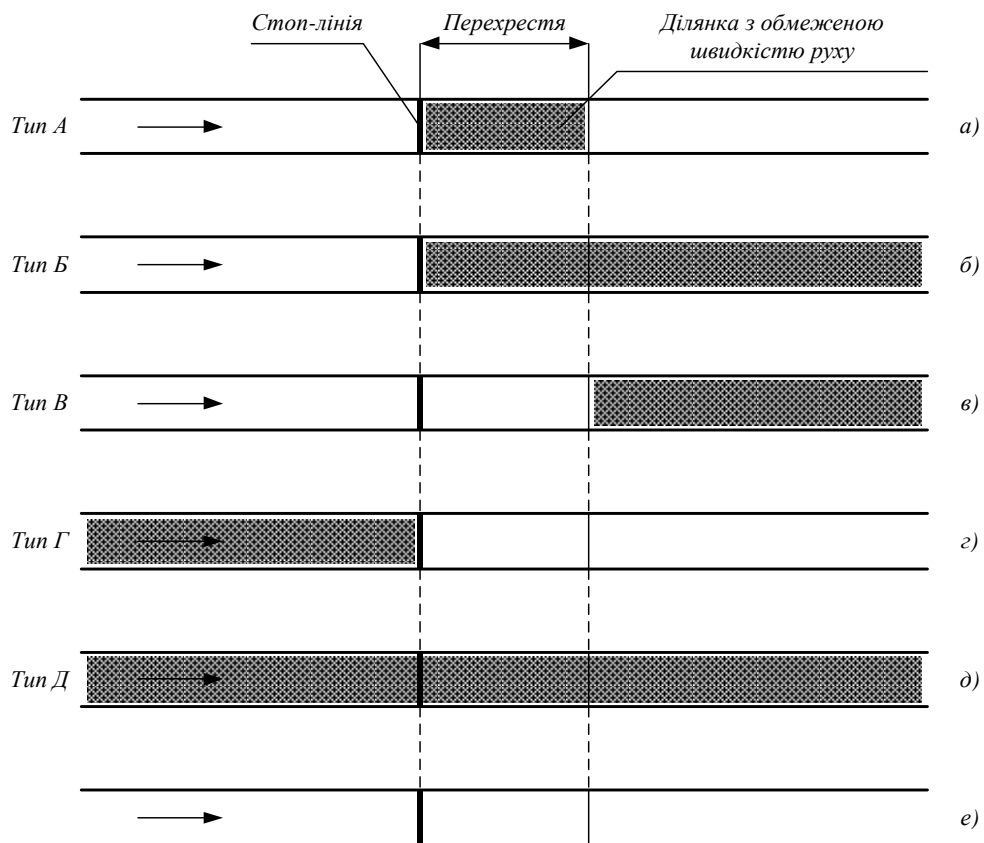


Рисунок 2 – Можливі випадки обмеження швидкості руху ТЗ

Для створення моделі у середовищі VISSIM побудовано односмуговий відрізок довжиною 800 м та задано вхідний транспортний потік інтенсивністю 2500 авт./год, що значно перевищує пропускну здатність смуги руху. На відстані 300 м від початку відрізка встановлено світлофор, тривалість циклу на якому становить 50 с, а тривалість дозвольного сигналу – 25 с. Такі параметри роботи світлофора дають змогу на момент ввімкнення дозвольного сигналу створити чергу довжиною не менше 10-15 автомобілів, які встигають протягом цього сигналу проїхати перехрестя. У моделі перехрестям вважається частина відрізка довжиною 20 м, розташована в напрямку руху від стоп-лінії (світлофора).

Встановлено, що швидкість впливає на потік насичення непрямо лінійно, а довжина ділянки обмеження – прямо лінійно. Для врахування одночасного впливу

обох чинників запропоновано залежність, вплив швидкості у якій степеневий, а довжини ділянки обмеження – лінійний:

$$S(v, L) = -17200v^{-1,08} - 0,8635L + 2417 \quad (3)$$

де v – швидкість проїзду перехрестя, км/год;

L – довжина перехрестя (ділянки зниження швидкості), м.

Для перевірки адекватності моделі (3) розраховано відхилення даних, отриманих з її використанням, від даних, отриманих в результаті моделювання процесу проїзду перехрестя в середовищі VISSIM. Числові розбіжності між цими результатами рівномірно розподілені в околі нуля і не перевищують 200 авт./год (10% від розрахованих значень), що вказує на адекватність моделі. Квадрат змішаної кореляції для запропонованої моделі становить $R^2 = 0,968$. Поверхню відгуку наведено на рис. 3.

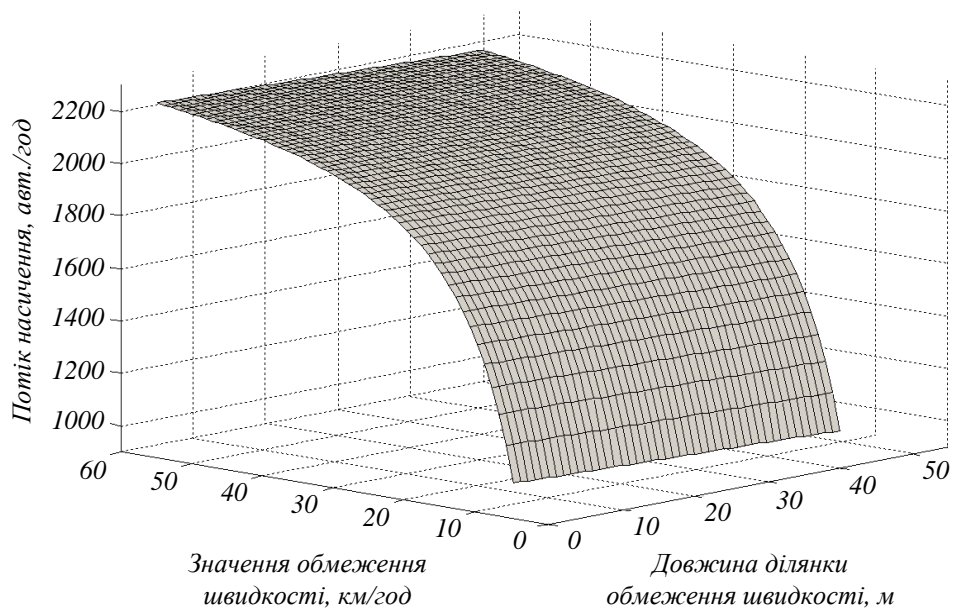


Рисунок 3 – Залежність потоку насичення від обмеження швидкості (з причини нерівностей проїжджої частини) та довжини ділянки обмеження

У **третьому розділі** викладено методику експериментальних та теоретичних досліджень, зокрема результати обстеження ВДМ та проблемних перехресть з нерівностями покриття, методику натурних досліджень розгінних швидкостей ТЗ з різними кумулятивними пробігами та параметрів ТП, а також методику виконання теоретичних досліджень з використанням програмного продукту VISSIM.

На підставі докладного дослідження 10 з 95 ізольованих регульованих перехресть, які є особливо проблемними, встановлено, що серед усіх перших переважають Х-подібні з довжинами в напрямку магістрального потоку від 23,3 до 58,1 м. Ширини вулиць магістрального потоку лежать в межах від 7,2 до 17,8 м; переважають асфальтобетонні покриття. Максимальні нерівності дорожнього покриття вулиць, які примикають до перехресть, виміряні за поштовхоміром становлять 250-350 см/км. Дорожні покриття в межах перехресть у незадовільному стані – нерівності, виміряні з використанням 3-метрової рейки, лежать в межах від 10 до 60 мм, є велика кількість місцевих вибоїн, виступи головок рейок над рівнем

покрить від 12 до 45 мм. Інтенсивність транспортних потоків на магістральних напрямках – 1200 авт./год з таким складом (опосередковані значення): вантажних автомобілів – 10 %, легкових – 65 %, автобуси – 20 %, тролейбуси – 5 %.

З метою перевірки і підтвердження впливу технічного стану ТЗ на інтенсивність проїзду перехресть, виконувались натурні дослідження динамічності їх (на прикладі міських рейсових автобусів ЛАЗ-А183D1 на відповідних маршрутах) з різними кумулятивними пробігами на ВДМ м. Львова. Дослідження виконувались у денну пору доби з використанням приладу SPRINT SG-2, який дає можливість визначити пришвидшення і сповільнення, швидкість, шлях та час руху. Ним реєстрували зокрема розгінні швидкості автобусів, які стояли першими перед стоп-лінією перехрестя, так і в інших місцях черги. Проїзд перехрестя вул. Стрийська-Наукова рейсовими автобусами маршруту № 3а з кумулятивним пробігом 161,2 тис. км розвивають стартову швидкість протягом 5 с 17,79 км/год, а з меншим (125,8 тис. км) за цей же час 24,08 км/год. Тобто приріст кумулятивного пробігу на 35,4 тис. км зумовив зниження розгінної швидкості на 26,1 %. Опрацювання відповідних статистик розгінних швидкостей цих автобусів по усіх решта 11 перехрестях підтвердили аналогічну тенденцію зниження тягово-швидкісних показників.

Якщо розрахунками інших авторів було встановлено зниження тягових сил на ведучих колесах від терміну служби ТЗ в межах 23,8 %, то результати наших натурних досліджень розгінних характеристик від кумулятивного пробігу (терміну служби) показали зниження їх на 26,1 %. Отже, існує прямий взаємозв'язок між термінами служби ТЗ (кумулятивними пробігами) та динамікою руху (розгінними швидкостями), який зумовлений зниженням рівня їх технічного стану. Тому є потреба враховувати динамічні властивості ТЗ з різним технічним станом у розрахунках потоків насичення та тривалості світлофорних циклів.

Із застосуванням традиційних методик натурних досліджень транспортних потоків на ВДМ міст й опрацюванням методами теорії ймовірностей та математичної статистики їх результатів визначались числові характеристики розподілу миттєвих швидкостей ТЗ на прогонах між перехрестями та безпосередньо на них, часових інтервалів, структур ТП, а також величин черг ТЗ перед перехрестями. Збір відповідних даних на ВДМ фіксувався як на відеокамери, так і у спеціальні таблиці. Точність швидкісних характеристик була у межах 2-3 км/год, часових інтервалів – 1-2 с. Опрацювання отриманих результатів у статистичних рядах з використанням програми MS Office Excel виконувалось з точністю до десятитисячної частки. Моделювання проїзду ТП (роботи регульованих перехресть) через регульовані перехрестя виконували з використанням програмного продукту VISSIM. Результати моделювання проїзду досліджуваних регульованих перехресть опрацьовувались у середовищі MS Office Excel.

У роботі обмежились 16-ма варіантами дослідів (табл. 1), характерними для досліджуваних перехресть у м. Львові. Кожен з цих дослідів реалізовувався для чотирьох випадків з урахуванням відповідно: 1) коефіцієнтів зведення за Левашевим (база); 2) технічного стану ТЗ; 3) рівності ПЧ; 4) технічного стану ТЗ і рівності ПЧ. Якщо брати до уваги співвідношення інтенсивностей на головному та другорядному напрямках, то загальна кількість дослідів становила 256. В кожному з них виконувалось 6 імітацій тривалістю 4500 с. Програма моделювання дала змогу виводити на друк сумарні та середні затримки для усіх 4 випадків.

Таблиця 1 – Характеристика дослідів під час моделювання

Номер досліджу	Співвідношення інтенсивностей ТП на головному та другорядному напрямках, авт./год	Склад ТП, який проїжджає перехрестя, %	Кількість смуг руху на напрямках, шт.
1	500x100	65 % – легкові, 35 % – автобуси (вантажні ТЗ)	1 на головному напрямку та 1 на другорядному (1x1)
2	500x200		
3	700x100		
4	700x200		
5	500x100	65 % – легкові, 35 % – автобуси (вантажні ТЗ)	2 на головному напрямку та 1 на другорядному (2x1)
6	500x200		
7	700x100		
8	700x200		
9	500x100	70 % – легкові, 30 % – автобуси (вантажні ТЗ)	1 на головному напрямку та 1 на другорядному (1x1)
10	500x200		
11	700x100		
12	700x200		
13	500x100	70 % – легкові, 30 % – автобуси (вантажні ТЗ)	2 на головному напрямку та 1 на другорядному (2x1)
14	500x200		
15	700x100		
16	700x200		

Отримані результати для кожного з дослідів та імітацій зводились в окремі таблиці. З метою аналізу їх ці табличні дані систематизувалися з виведенням лише сумарних затримок ТЗ для різних тривалостей дозвільного сигналу й різних складів ТП та їх інтенсивностей. Сумарними затримками ТЗ, розрахованими з урахуванням інтенсивностей ТП, були кількість секунд, які припадали на ТП відповідної інтенсивності – $c \cdot \text{авт./год}$.

У **четвертому розділі** наведено результати дослідження потоків насичення та тривалостей затримок ТЗ на ізольованих регульованих перехрестях з жорстким світлофорним циклом і з урахуванням впливу на них інтенсивностей ТП різних структур з різним технічним станом ТЗ та проїжджої частини. Визначено мінімальні значення середніх та сумарних тривалостей затримок, за якими рекомендовано коригувати світлофорні цикли, чим забезпечується підвищення ефективності роботи досліджуваних перехресть.

Моделюванням у середовищі VISSIM отримано ПН залежно від обмеження швидкості (рис. 4). Тип обмеження швидкості відповідає схемам, наведеним на рис. 2. Обмеження швидкості 60 км/год відповідає ідеальному випадку.

Видно, що швидкість проїзду перехрестя впливає на потік насичення для усіх розглянутих типів обмеження швидкості. За обмеження швидкості 15 км/год потік насичення знижується до 1250-1400 авт./год. При збільшенні значення обмеження швидкості руху потік насичення зростає і за відсутності обмеження досягає 2134 авт./год. Це значення є близьким до ідеального (базового) потоку насичення та до фактичної пропускнуої здатності смуги руху.

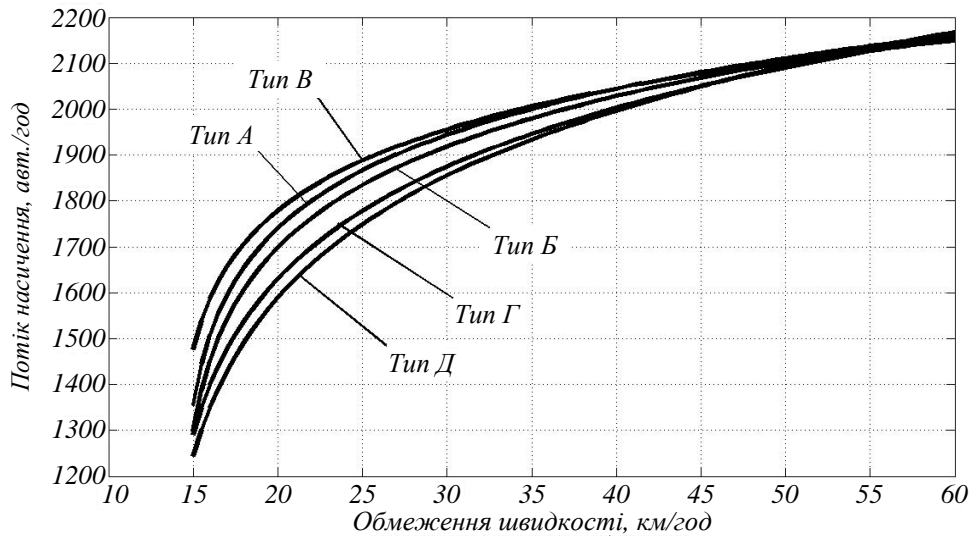


Рисунок 4 – Залежності потоку насичення для різних типів обмеження швидкості

Залежність потоку насичення від швидкості є нелінійною і може описуватись степеневою функцією:

$$S = av^b + c, \quad (4)$$

де S – потік насичення, авт./год.;

v – обмеження швидкості, км/год.;

a , b та c – коефіцієнти степеневої функції.

Регресійний аналіз отриманих результатів виконано в середовищі MATLAB з використанням Curve Fitting Toolbox. Графіки апроксимуючих кривих для всіх типів обмеження швидкості наведено на рис. 4, їх рівняння – у табл. 2.

Таблиця 2 – Залежності потоку насичення від обмеження швидкості

Тип обмеження швидкості	Рівняння (його номер)	Коефіцієнт кореляції
А	$S = -140800v^{-1.892} + 2193$ (5)	0,9977
Б	$S = -154000v^{-1.900} + 2187$ (6)	0,9933
В	$S = -87720v^{-1.776} + 2185$ (7)	0,9924
Г	$S = -33570v^{-1.297} + 2300$ (8)	0,9978
Д	$S = -32030v^{-1.244} + 2338$ (9)	0,9951

За швидкості проїзду перехрестя 45-60 км/год криві практично збігаються. Проте за малих значень швидкості (15-30 км/год) тип обмеження впливає на потік насичення. Зокрема, у випадку В, коли ділянка обмеження швидкості починається за перехрестям, значення потоку насичення за малих значень швидкості є найбільшим. Це пояснюється тим, що перші автомобілі з черги в зоні перехрестя прискорюються, а перед ділянкою обмеження швидкості сповільнюються. Зменшення швидкості першими автомобілями в кінці і за перехрестям призводить до того, що наступні автомобілі з черги не досягають в зоні перехрестя такої швидкості, як перші.

У дослідженні часових інтервалів між ТЗ було створено модель смуги руху зі стоп-лінією (світлофором). Спочатку моделювався рух ТП, у якому 100% легкових

автомобілів. Опісля моделювався ТП зі 100% вантажних автомобілів (у ДБН В.2.3-4:2007 відповідають ТЗ вантажністю від 6 до 8 тонн) з різним технічним станом, який в моделі виражався через стартове прискорення, яке змінювали в межах $0,25-3,5 \text{ м/с}^2$ з кроком у $0,25 \text{ м/с}^2$. Встановлено, що часовий інтервал при роз'їзді черги легкових автомобілів становить 1,53 с; а для вантажних ТЗ він знаходився у межах від 2,061 с (для ТЗ з прискоренням $3,5 \text{ м/с}^2$) до 6,337 с (для ТЗ з прискоренням $0,25 \text{ м/с}^2$). У результаті визначено коефіцієнти зведення (табл. 3).

Таблиця 3 – Коефіцієнти зведення, які враховують зміну динамічних характеристик (погіршення технічного стану) транспортних засобів (вантажних ТЗ і автобусів)

Прискорення ТЗ, м/с^2	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75
Коефіцієнт зведення	4,14	2,88	2,35	2,04	1,83	1,72	1,63
Прискорення ТЗ, м/с^2	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50
Коефіцієнт зведення	1,58	1,52	1,47	1,44	1,40	1,37	1,35

Видно, що коефіцієнт зведення за фізичним змістом не постійна, а змінна величина і у функціональній залежності від змін зниження динамічних характеристик вантажних ТЗ і автобусів, обумовлених погіршенням їх технічного стану. З метою використання отриманих коефіцієнтів зведення у визначенні затримок ТЗ перед регульованим перехрестям створювали, користуючись продуктом VISSIM, модель регульованого перехрестя (рис. 5).

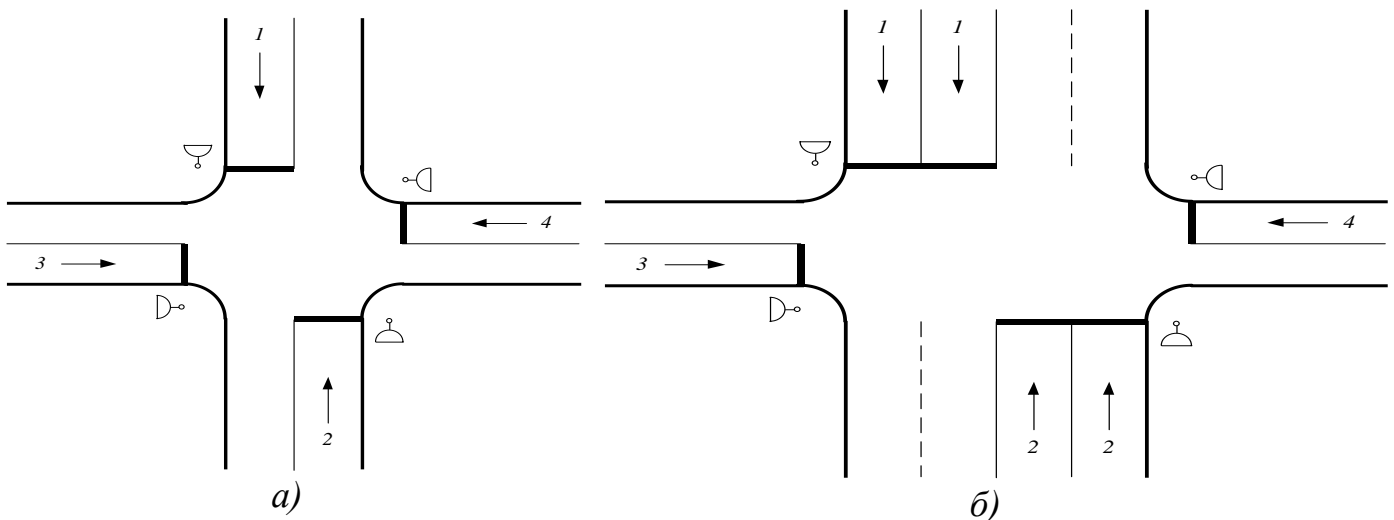
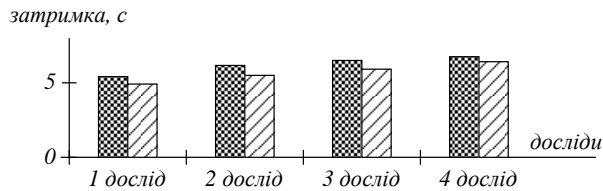


Рисунок 5 – Модель регульованого перехрестя зі смугами руху 1x1 на усіх напрямках (а) та з 2x2 на головному напрямку і 1x1 – на другорядному (б)

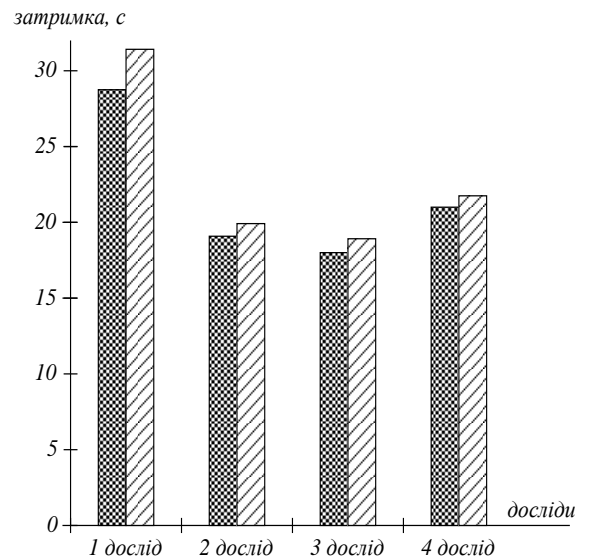
Інтенсивність ТП на перехресті змінювали від 400 авт./год до 700 авт./год для головного напрямку (№ ТП 1, 2), та від 100 авт./год до 300 авт./год для другорядного (№ 3, 4) (крок зміни 100 авт./год). Розрахунок тривалості горіння зелених сигналів у циклі проводився з використанням коефіцієнтів зведення за Левашевим та коефіцієнтів зведення, які враховують зміну динамічних властивостей ТЗ (погіршення їх технічного стану). На рис. 6 наведено діаграми (інтенсивність руху по головному напрямку 600 авт./год), які відображають зниження середніх затримок на головному напрямку (рис. 6, а, б, в) та їх ріст на другорядному (рис. 6, г, д, е).

Головні напрямки
 $N_{гол}=600\text{авт./год}$

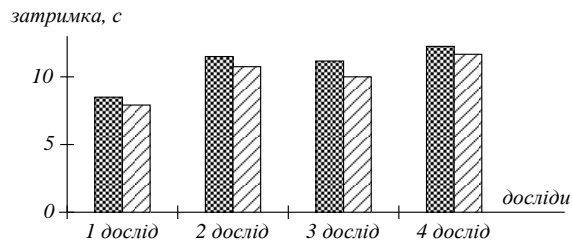


а)
 $N_{гол}=600\text{авт./год}$

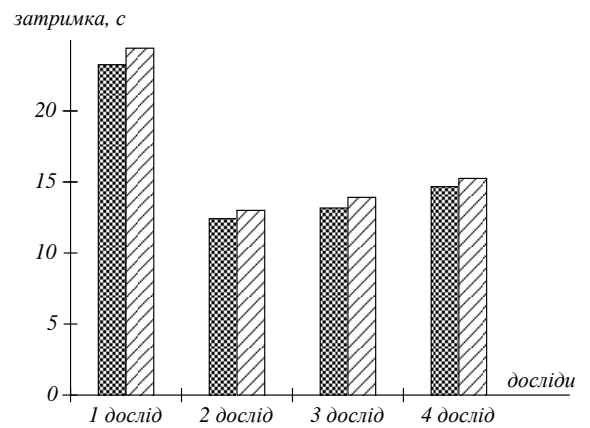
Другорядні напрямки
 $N_{др}=100\text{авт./год}$



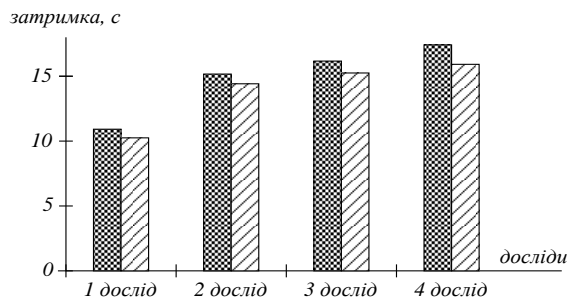
г)
 $N_{др}=200\text{авт./год}$



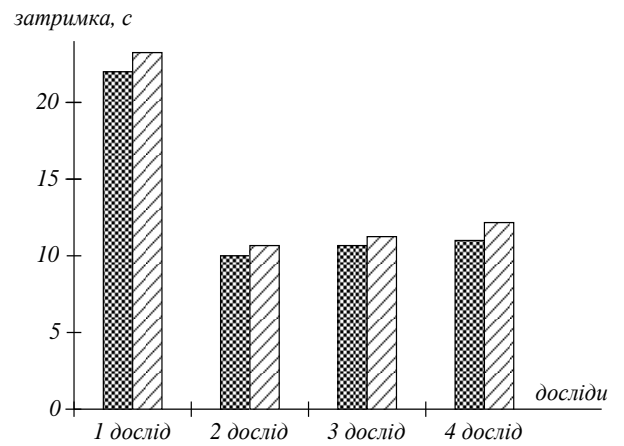
б)
 $N_{гол}=600\text{авт./год}$





д)
 $N_{др}=300\text{авт./год}$



в)



е)

Рисунок 6 – Зміна середніх тривалостей затримок ТЗ у ТП перед регульованим перехрестям з структурою 75% легкові + 25% вантажні авто і автобуси при використанні:  – коефіцієнтів зведення за Левашевим;  – коефіцієнтів зведення, які враховують зниження динамічних характеристик ТЗ

Аналіз отриманих (у 192-х дослідях) результатів моделювання ТП дав змогу встановити характерне скорочення середніх тривалостей затримок ТЗ на головному напрямку і неістотне збільшення їх на другорядному. Встановлено, що для усіх варіантів (192) поєднань інтенсивностей ТП на головному і другорядному напрямках у кожному з дослідів тривалість затримок ТЗ на першому знижується в середньому на 7,6 % порівняно, якщо використовувати коефіцієнти зведення за Левашевим. При цьому, на другорядному напрямку спостерігається незначний ріст затримок на 7,1 %. Загальна затримка усіх транспортних засобів перед перехрестям знижується на 3,6 %.

Проїзд ТП через регульовані перехрестя з урахуванням коефіцієнтів зведення до легкового автомобіля за Левашевим (база) вказує не на явно виражену тенденцію щодо росту сумарних затримок ТЗ з ростом інтенсивностей ТП. Таке ж спостерігається і для варіантів моделювання з урахуванням технічного стану ТЗ, рівності ПЧ і рівності ПЧ та технічного стану ТЗ. Однак, якщо порівняти результати для трьох різних варіантів з базовим варіантом, то спостерігається явно виражена тенденція скорочення сумарних затримок ТЗ. Для цих варіантів отримано з урахуванням технічного стану ТЗ тривалості скорочення сумарної затримки від 395 с авт./год до 1220 с авт./год, а у відсотках досягається зниження сумарної затримки від 2,47 % до 7,52 %. Те ж саме для варіанту, коли враховується рівність ПЧ: сумарна затримка скорочується від 1163 с авт./год до 2557 с авт./год, у відсотках – від 9,57 % до 13,60 %. Тенденція зменшення сумарних затримок ТЗ зберігається і при врахуванні одночасного впливу технічного стану ТЗ і рівності ПЧ. Сумарна затримка в цьому разі зменшується від 11,55 % до 15,18 %. Результати наведені графіками (рис. 7), з яких добре простежується тенденція скорочень сумарних затримок транспортних засобів.

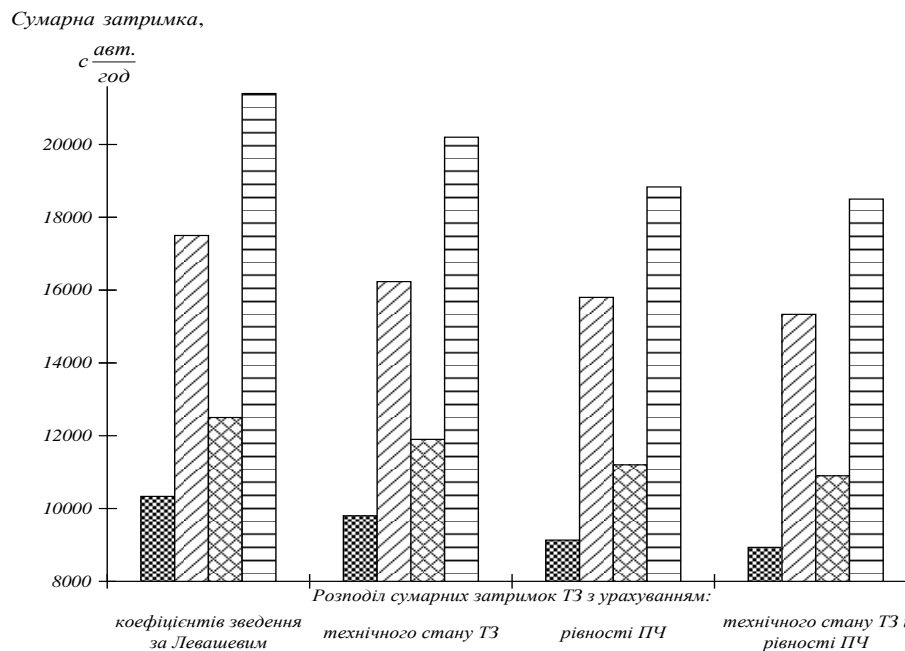


Рисунок 7 – Зміна сумарних затримок ТЗ перед регульованими перехрестями для смуг руху 2x1 та складу ТП 65 % – легкових, 35 % – вантажних (автобусів) з відповідними інтенсивностями руху (авт./год): – 500x100; – 500x200; – 700x100; – 700x200

Як показують результати моделювання різних структур та інтенсивностей руху ТП через ізольовані регульовані перехрестя, сумарні затримки, порівняно з базовим варіантом, скорочуються для смуг руху 2 на магістральному і 1 на другорядному напрямках в межах 2,47-15,18 %; якщо враховувати лише технічний стан ТЗ 2,47-7,52 %; якщо враховувати лише рівність 9,57-13,60 %; якщо враховувати одночасно перше і друге – 11,55-15,18 %. Тенденція скорочення сумарних затримок зберігається і для 1x1 смуги руху. В такому разі вони зменшуються 0,59-6,30 %; якщо враховувати лише технічний стан ТЗ 0,81-2,92 %; якщо враховувати лише рівність ПЧ 0,59-5,46 %; якщо враховувати одночасно перше і друге – 0,59-6,30 %.

Докладним аналізом роботи ізольованих регульованих перехресть з жорсткими світлофорними циклами у м. Львові виявлено 82 таких, на яких виконано (виконуються) відповідні корективи світлофорних циклів. Це дало змогу впровадити основні результати роботи на виробництві (у ЛКП «Львівавтодор» та у ДП ДІПМ «Містопроект») з річним економічним ефектом 404985,98 грн. (одне із перехресть), а також у навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка».

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дисертаційної роботи здійснено розв'язання науково-прикладної задачі, що полягає у підвищенні (на основі мінімізації транспортних затримок з урахуванням складу та технічного стану транспортних засобів і дорожніх покриттів) ефективності роботи ізольованих регульованих перехресть з жорстким світлофорним циклом.

1. Виконаним аналізом стану питання у теорії та на практиці щодо підвищення ефективності роботи ізольованих регульованих перехресть виявлено неврахування впливу на тривалості затримок ТЗ у транспортних потоках таких важливих чинників як неоднорідність технічного стану ТЗ та нерівностей проїжджої частини в зоні перехрестя. Врахування цього впливу дає змогу корегувати тривалість світлофорних циклів і цим забезпечувати скорочення затримок, які прийняті за критерій ефективності.

2. Встановлено, що структура транспортних потоків з різним технічним станом ТЗ, особливо тихохідних (вантажних автомобілів і автобусів) впливає на динаміку проїзду регульованих перехресть. Зокрема розгінні швидкості їх, як показали експериментальні дослідження, у середньому на 15% нижчі від таких же у легкових автомобілів. За показник, який відображає цей вплив, рекомендовано адаптований коефіцієнт зведення ТП до легкового автомобіля.

3. Вдосконалені алгоритми визначення коефіцієнтів зведення до легкового автомобіля та розрахунку потоків насичення дають змогу зменшити сумарні затримки ТЗ перед регульованим перехрестям. Це підтверджується результатами моделювання проїзду ТП досліджуваних перехресть із 2x1 смуги руху. Встановлено, що з урахуванням: технічного стану ТЗ сумарні затримки їх скорочуються від 395 с авт./год. до 1220 с авт./год. (у відсотках досягається зниження сумарної затримки від 2,47 % до 7,52 %); рівності ПЧ сумарна затримка скорочується від 1163 с авт./год. до 2557 с авт./год. (у відсотках – від 9,57 % до 13,60 %). Тенденція зменшення сумарних затримок ТЗ зберігається і при врахуванні одночасного впливу

технічного стану ТЗ і рівності ПЧ (від 1380 с авт./год. до 2917 с авт./год., у відсотках – від 11,55 % до 15,18 %).

4. Розроблені алгоритми проїзду транспортними потоками різних інтенсивностей Х-подібних ізольованих регульованих перехресть жорсткими світлофорними циклами та визначення затримок ТЗ дають змогу скоротити затримки ТЗ у межах 0,59-6,30 % за різних складу ТП і їх інтенсивностей з урахуванням нерівностей ПЧ та технічного стану ТЗ; у меншій мірі це скорочення характерне, коли є вплив лише технічного стану ТЗ (0,81-2,92 %), у більшій мірі за нерівностей ПЧ (0,59-5,46 %).

5. Використання розробленої методики визначення затримок ТЗ при проїзді регульованих перехресть з жорстким світлофорним циклом з урахуванням дорожніх умов дає змогу отримати річний економічний ефект від скорочення затримок ТЗ для одного перехрестя 404985,95 грн.

6. Результати дослідження впроваджені у ЛКП «Львівавтодор» та у ДП ДПМ «Містопроект» (м. Львів) і використовуються для оптимізації світлофорних циклів на проблемних перехрестях ВДМ м. Львова. Методики експериментальних досліджень та моделювання проїзду ізольованих регульованих перехресть з використанням програмного продукту VISSIM використовуються у навчальному процесі НУ «Львівська політехніка» під час підготовки магістрів спеціальності «Організація і регулювання дорожнього руху».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у виданнях іноземних держав, або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Hilevych, V. The saturation flow volume as a function of the intersection passing speed / Ye. Fornalchuk, I. Mohyla, V. Hilevych // International Scientific Journal «Transport Problems». – 2013. Volume 8. – Issue 3. – P. 43-51.

2. Hilevych, V. The influence of dynamic characteristics of vehicles on the passenger car equivalent and traffic delay / Ye. Fornalchuk, I. Mohyla, V. Hilevych // An International Quarterly Journal «ECONTECHMOD». – 2015. Vol. 4. – No. 2. – P. 45-50.

Статті у фахових виданнях України:

3. Гілевич, В.В. Актуалізація локального управління транспортними потоками міста / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля : науковий журнал: Вип. 6 (148). – Луганськ: СХУ ім. В. Даля, 2010. – С. 24-28.

4. Гілевич, В.В. Порівняльна характеристика деяких показників проїзду регульованих і нерегульованих перехресть / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Вісник ХНАДУ : збірник наукових праць. – Харків : ХНАДУ, 2010. – № 50. – С. 48-51.

5. Гілевич, В.В. Вплив технічного стану транспортних засобів на динаміку проїзду перехресть / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Харків, 2011. – № 3/4 (51). – С. 4-6.

6. Гілевич, В.В. Вплив певних чинників на динаміку транспортного потоку, який долає регульоване перехрестя / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Автошляховик України: науково-виробничий журнал. – К. : ДСАДУ (Укравтодор), 2012. – № 3. – С. 7-10.

7. Гілевич, В.В. Взаємозв'язок між технічним станом автобусів та їх розгінними швидкостями під час проїзду перехресть / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Автошляховик України: науково-виробничий журнал. – К. : ДСАДУ (Укравтодор), 2013. – № 6. – С. 5-7.

8. Гілевич, В.В. Техніко-технологічний аналіз регульованих перехресть з магістральними вулицями / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Наукові нотатки: міжвузівський збірник. – Луцьк : ЛНТУ, 2014. – № 46. – С. 558-564.

9. Гілевич В.В. Вплив дорожніх та автомобільних чинників на сумарні затримки транспортних потоків перед регульованими перехрестями / В.В. Гілевич // Автошляховик України: науково-виробничий журнал. – К.: ДСАДУ (Укравтодор), 2015. – № 5. – С. 14-19.

Тези доповідей на наукових конференціях:

1. Гілевич, В.В. Обґрунтування напряму та методичного підходу у дослідженні проїзду регульованих перехресть / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції «Устойчивое развитие городов. Управление проектами и программами городского и регионального развития». – Харків: ХНАМГ, 2010. – С. 176-178.

2. Гілевич, В.В. Сучасний стан і проблеми з організацією дорожнього руху у місті Львові / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич, С.Я. Фіалковський // збірник наукових праць за матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції «Логістика промислових регіонів». – Донецьк: ДААТ, 2010. – С. 179-182.

3. Гілевич, В.В. До поняття «транспортна затримка» / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Матеріали I Міжнародної конференції молодих вчених ЕМТ-2010. – Львів: НУЛП, 2010. – С. 64-65.

4. Гілевич, В.В. Вплив нерівностей дорожніх покриттів на швидкість проїзду регульованих перехресть / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Праці 10-го міжнародного симпозіуму українських інженерів-механіків у Львові. – Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2011. – С. 326-327.

5. Гілевич, В.В. Вплив кумулятивних пробігів автобусів на їх тягово-швидкісні характеристики / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Збірник тез доповідей LXX наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. – К.: НТУ, 2014. – С. 499.

6. Гілевич, В.В. Про вплив технічного стану автомобілів та проїжджої частини на режим роботи світлофорних об'єктів / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич // Тези доповідей 4-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». – Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2014.– С. 106.

7. Гілевич В.В. Вплив змін динамічних характеристик транспортних засобів на значення коефіцієнтів зведення / В.В. Гілевич, І.А. Могила // Тези доповідей Всеукраїнської науково-теоретичної конференції «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання». – Львів: НУЛП, 2015. – С. 27-29.

АНОТАЦІЯ

Гілевич В.В. Підвищення ефективності роботи регульованих перехресть з жорсткими світлофорними циклами – рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи – Національний транспортний університет МОН України, Київ, 2017.

Об'єктом дослідження є процеси проїзду транспортними потоками ізольованих регульованих перехресть з жорстким світлофорним циклом з урахуванням варіації впливових чинників – інтенсивності та структури ТП, ступеня зношеності ТЗ та проїжджої частини. Розроблено підхід і метод оптимізації проїзду таких перехресть за критерієм мінімізації затримок ТЗ, з урахуванням складу та інтенсивності ТП, технічного стану ТЗ (вантажних і автобусів) та дорожніх покриттів. Потік насичення коректувався за показниками зміни цих чинників, що адекватно відображає реалії процесу проїзду перехресть. Моделюванням (з використанням програмного продукту VISSIM) визначено числові значення скорочення середніх та сумарних затримок ТЗ, порівняно з чинними методами. Отримане дає змогу коректувати тривалості світлофорних циклів і в результаті запобігати надмірним чергам перед перехрестями, підвищувати ефективність їх роботи.

Ключові слова: транспортний потік, регульоване перехрестя, потік насичення, коефіцієнт зведення, транспортна затримка, знос ТЗ, нерівність покриття.

АННОТАЦИЯ

Гилевич В.В. Повышение эффективности работы регулируемых перекрестков с жесткими светофорными циклами – рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 – транспортные системы. – Национальный транспортный университет Министерства образования и науки Украины, Киев, 2017.

Объектом исследования является процесс проезда транспортными потоками изолированных регулируемых перекрестков с жестким светофорным циклом с учетом вариации влияющих факторов – интенсивности и структуры ТП, степени износа ТС и проезжей части.

Выполненным анализом состояния вопроса в теории и на практике повышения эффективности работы изолированных регулируемых перекрестков обоснован учет влияния на задержки ТС таких важных факторов как неоднородность технического состояния участников движения и неровности дорожных покрытий на и в окружности перекрестков. Разработаны и обоснованы подход и метод оптимизации проезда таких перекрестков по критерию минимизации задержек ТС с учетом состава и интенсивности ТП, уровней технического состояния ТС и дорожных покрытий. Исследован поток насыщения с учетом влияния этих факторов для разных мест дислокации неровностей перед, на и после перекрестка. Этот поток корректировался по показателям изменения факторов, что в конечном счете адекватно отображает реалии процесса проезда перекрестков. Обоснован метод и получены результаты расчета коэффициента приведения к легковому ТС на основании изменений динамических характеристик ТС.

С использованием программного продукта VISSIM промоделированы процессы проезда ТП разных интенсивностей, в составе которых доля изношенных ТС

(грузовых и автобусов) и местные неровности дорожных покрытий. Определены численные значения сокращения средних и суммарных задержек ТС, по сравнению с действующими методами. Средние и суммарные задержки ТС в ТП разных интенсивностей, которые с учетом новых коэффициентов приведения сокращаются для магистральных направлений с откорректированными светофорными циклами на 7,6% (средняя) и 15,18% (суммарная).

Ключевые слова: транспортный поток, регулируемый перекресток, поток насыщения, коэффициент приведения, транспортная задержка, динамика движения, износ ТС, неровность покрытия.

ABSTRACT

Hilevych V. Increase of efficiency of work of the signalized intersections with rigid traffic light cycles.– Manuscript.

A dissertation for a scientific degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 05.22.01 – Transport Systems. – National Transport University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kiev, 2017.

The object of research is the processes of passage by traffic of the isolated signalized intersections with a rigid traffic light cycle taking into account a variation of influential factors – intensity and structure of traffic, the degree of wear of the vehicles and of a carriageway.

It was developed the approach and the method of the optimization of passage of such intersections by the criterion of minimization of vehicle's delays taking into account the structure and intensity of traffic, levels of technical condition of the vehicles and road carpets.

The saturation flow was adjusted taking into account the changes of such factors that adequately reflect the realias of intersection movement.

By modeling (using software VISSIM) it was defined the numeric values of reduction of average and total vehicle's delays, compared to current methods. The given information allows you to adjust the durations of traffic light cycles and as a result to prevent the excessive queues before intersections, to improve the efficiency of their work.

Keywords: traffic, signalized intersections, saturation flow, passenger car equivalent, traffic delay, wear of the vehicles, roughness of coverage.