

Дідківська Л.С., канд. техн. наук., Шаріна М.В.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЛАСТІ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ З МОЖЛИВІСТЮ ВИКЛИКУ ПІШОХІДНОЇ ФАЗИ

**Анотація.** Методи жорсткого регулювання транспортних і пішохідних потоків в умовах значних коливань їх характеристик довели свою низьку ефективність через значні затримки транспорту. Скоротити сумарні затримки в таких умовах дозволяє використання пішохідних викличних пристроїв з можливістю переключення сигналів світлофорів на локальному перехресті або регульованому пішохідному переході за заявками пішоходів.

**Ключові слова:** транспортні затримки, пішохідні затримки, виклик пішохідної фази.

**Аннотация.** Методы жесткого регулирования транспортных и пешеходных потоков в условиях значительных колебаний их характеристик доказали свою низкую эффективность из-за значительных задержек транспорта. Сократить суммарные задержки в таких условиях позволяет использование пешеходных вызывных устройств с возможностью переключения сигналов светофоров на локальном перекрестке или регулируемом пешеходном переходе по заявкам пешеходов.

**Ключевые слова:** транспортные задержки, пешеходные задержки, вызов пешеходной фазы.

**Annotation.** Methods of inflexible transport and pedestrian flows regulation under conditions of their characteristics sustainable fluctuations proved to be of low efficiency due to significant transport delays. Usage of pedestrian calling devices with traffic signal switching possibility based on pedestrians requests at local intersection or regulated pedestrian crossing allows to reduce transport delays in this environment.

**Keywords:** transport delays, pedestrian delays, pedestrian phase call.

## Вступ

**Актуальність даного дослідження** обумовлена відсутністю рекомендацій по впровадженню світлофорних об'єктів на вулично-дорожній мережі (ВДМ) міст з можливістю виклику пішохідної фази. Принципи організації руху пішоходів розглянуті в працях багатьох вчених Бакутіса В.Е., Афанасьєва М.Б., Клінковштейна Г.І., Кременця Ю.О., Сільянова В.В., Шештокаса В.В. та інших. В цих роботах викладені основні положення транспортних і пішохідних потоків.

**Ціллю даного дослідження** є підвищення ефективності організації дорожнього руху на пішохідних переходах при впровадженні світлофорних об'єктів з можливістю виклику пішохідної фази.

**Об'єктом** дослідження є транспортні і пішохідні потоки на пішохідних переходах, що розташовані поза межами перехресть.

**Предметом** дослідження є вплив способу регулювання транспортних і пішохідних потоків на пішохідних переходах на сумарні витрати. В ході даного дослідження порівнювалися витрати при таких способах організації руху на пішохідному переході і підходах до нього як «нерегульований пішохідний перехід» та «світлофорний об'єкт з можливістю виклику пішохідної фази».

## Основна частина

Існує декілька моделей оцінки середньої затримки пішоходів на регульованих переходах, а також рекомендації за Дідківською Л.С. [1] по впровадженню технологій світлофорного регулювання, які враховують зміну параметрів транспортних потоків, але не враховують зміну параметрів інтенсивності пішоходів і не окреслюють область ефективного функціонування світлофорних об'єктів з можливістю виклику пішохідної фази.

В існуючих рекомендаціях з впровадження та оцінки ефективності роботи світлофорного регулювання дорожнього руху [2] також не окреслена область ефективного функціонування таких методів.

Питанням оцінки області функціонування світлофорних об'єктів з можливістю виклику пішохідної фази займалися і в Росії. Зокрема, в роботі Н.А. Слободчікової приведені результати дослідження, яке зроблене тільки на базі оцінки витрат від транспортних і пішохідних затримок.

В ході даного дослідження було змодельовано роботу пішохідного переходу при визначених умовах нерегульованого і в умовах світлофорного об'єкту з можливістю виклику пішохідної фази. Такими умовами є:

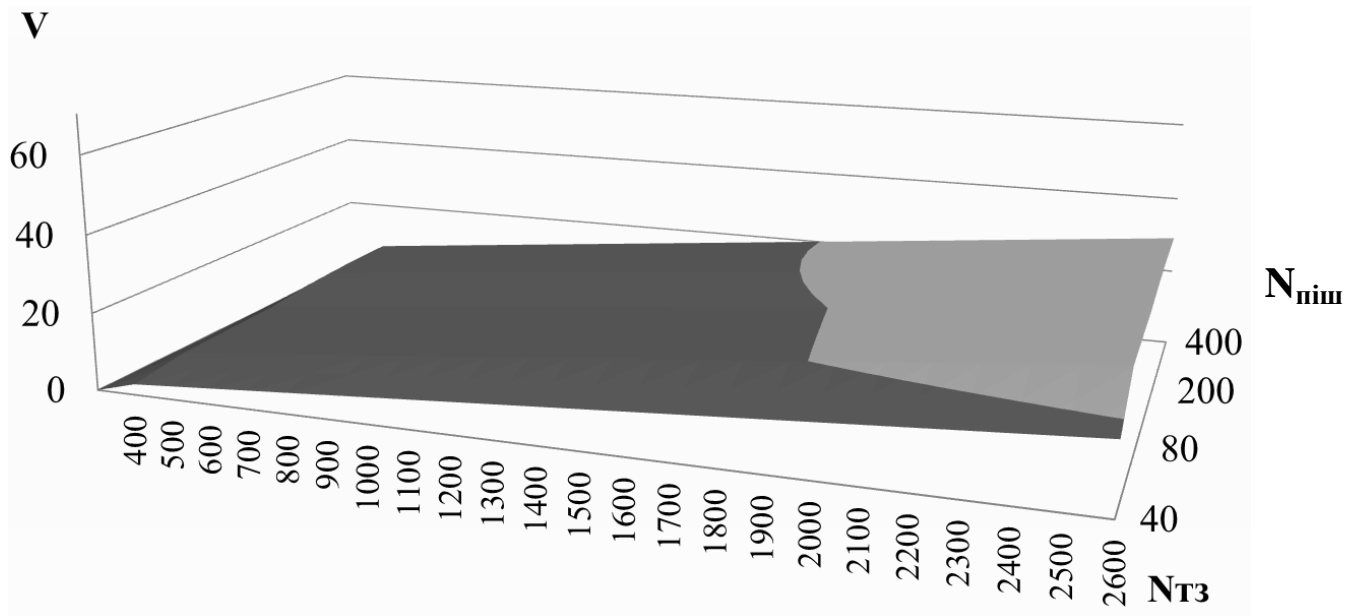
- сумарна інтенсивність транспортних засобів на підходах по пішохідного переходу без перерозподілу за смугами руху, авт./год;
- сумарна інтенсивність пішоходів, піш./год;
- кількість смуг руху;
- тривалість пішохідної фази;
- мінімальна тривалість псевдо-циклу, що фактично означає мінімальний відрізок часу між пішохідними фазами в разі їх виклику пішоходами на переході.

В роботі було визначено сумарні затримки пішоходів на об'єкті ВДМ з окресленою конфігурацією графічним способом, проводились розрахунки для двох смуг руху транспортних засобів (ТЗ), по одній в кожному напрямку в діапазоні від 400 до 2600 авт./год і для інтенсивності пішоходів в діапазоні від 40 до 400 піш./год. Зроблене припущення з песимістичним сценарієм про рівномірність надходження пішоходів на пішохідний перехід для розрахунку вартостей затримок транспортних засобів. Це дає можливість врахувати максимальні втрати через транспортні затримки, бо пішоходи не об'єднуються в групи, а викликають пішохідну фазу навіть заради 1 особи максимальну кількість разів на годину для вказаної інтенсивності пішоходів.

При проведенні розрахунків було використано результати дослідження, що описані в роботі А.Ю. Клібавічуса [3], предметом якої є оцінка вартості різних видів втрат. В ході роботи було оцінено сумарні транспортні і пішохідні затримки виражені у вартості при способі організації пішохідного переходу з можливістю виклику пішохідної фази та нерегульованому способі.

Результати дослідження представлені у вигляді трьохмірних графіків, що дозволяють оцінити величину втрат при кожній з двох способів організації пішохідного переходу в залежності від величини інтенсивностей транспортних і пішохідних потоків.

В результаті моделювання було одержано залежність значення *вартості сумарних затримок пішоходів та транспортних засобів* на регульованому пішохідному переході з можливістю виклику пішохідної фази від *інтенсивності пішохідного та транспортного потоку*, що графічно представлена у вигляді тримірної графіку на рисунку 1.



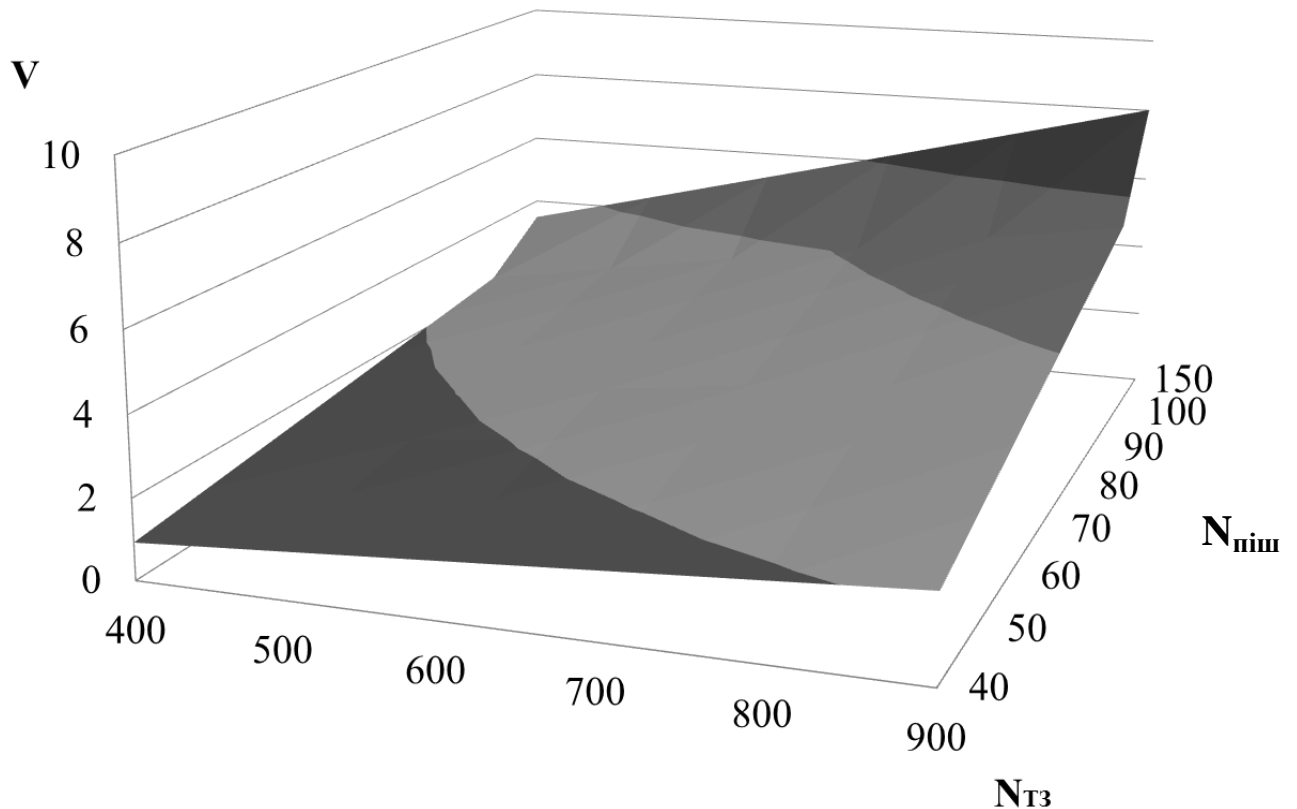
**Рисунок 1** – Залежність значень вартості сумарних затримок пішоходів та транспортних засобів на регульованому пішохідному переході з можливістю виклику пішохідної фази від інтенсивності пішохідного та транспортного потоку

Де  $N_{TЗ}$  – інтенсивність транспортних засобів, авт./год;  $V$  – вартість сумарних втрат від затримок, грн/год;  $N_{пiш}$  – інтенсивність пішоходів, чол./год.

Формуючи розмір затримок пішоходів при нерегульованому способі організації пішохідного переходу (так звана «Зебра») було використано залежності, одержані Лобашовим О.О. [4] для окреслених вище вимог.

Аналіз «Рекомендацій з впровадження та оцінки ефективності роботи світлофорного регулювання дорожнього руху» показав, що нерегульовані пішохідні перехрестя мають свої обмеження по області застосування і тому область дослідження було приведено у відповідність до вимог даного документу (інтенсивність ТЗ до 1000 авт./год; інтенсивність пішоходів до 150 за чол./год).

Також визначено розмір транспортних затримок для даних умов руху. Це дозволило одержати залежність величини *вартості сумарних затримок пішоходів та транспортних засобів* на нерегульованому пішохідному переході від *інтенсивності пішохідного та транспортного потоку*, що графічно представлена у вигляді тримірного графіку на рисунку 2.

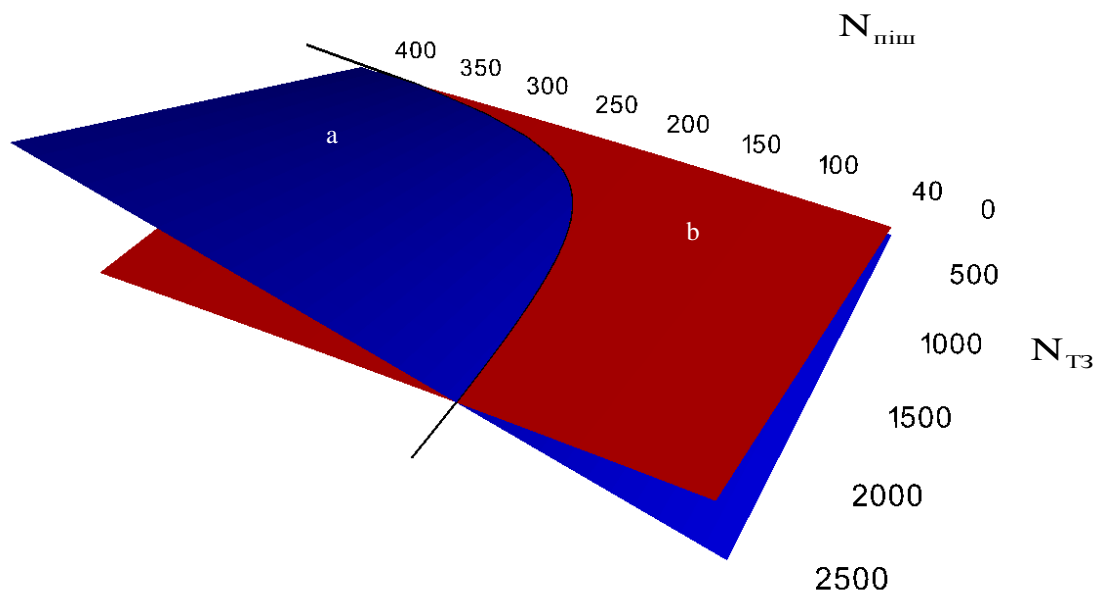


**Рисунок 2** – Залежність величини вартості сумарних затримок пішоходів та транспортних засобів на нерегульованому пішохідному від інтенсивності пішохідного та транспортного потоку

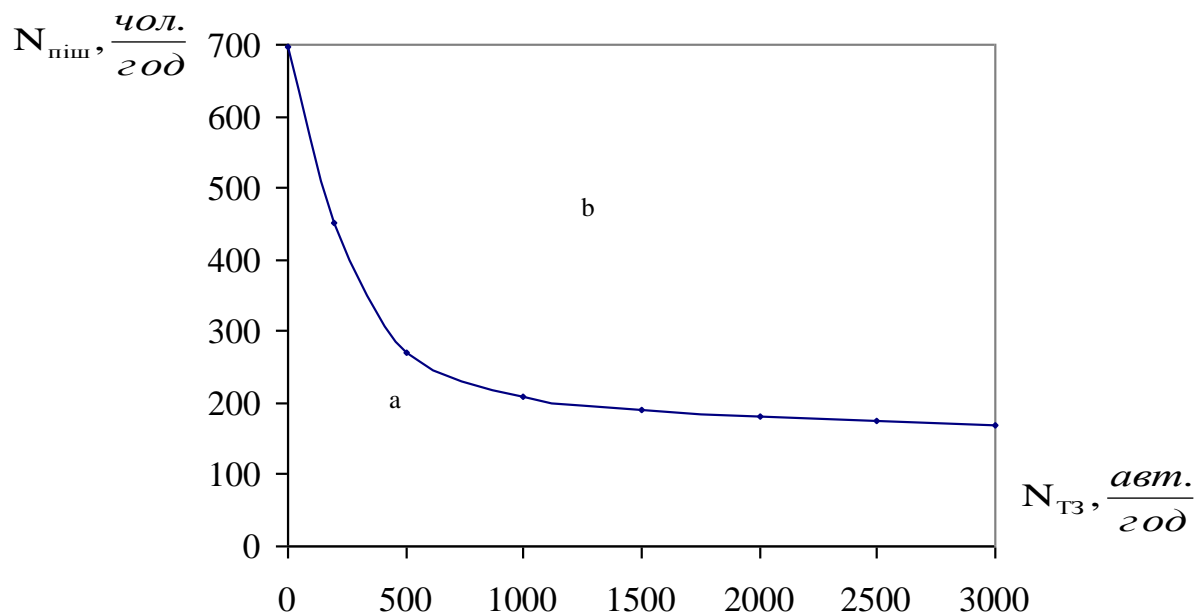
Де  $N_{Tз}$  – інтенсивність транспортних засобів, авт./год;  $V$  – вартість сумарних втрат від затримок, грн/год;  $N_{пiш}$  – інтенсивність пішоходів, чол./год.

Перетин результуючих поверхонь дає можливість розмежувати зони ефективного функціонування нерегульованого пішохідного переходу і світлофорного регулювання з можливістю виклику пішохідної фази в залежності від заданих умов. Критерієм, що визначає ефективність в даному випадку є величина витрат, а якщо точніше, їх мінімум в заданих умовах.

При аналізі перетину поверхонь було визначено, що вони перетинаються по лінії, що при проекції на площину співвідношення умов  $N_{Tз}$  до  $N_{пiш}$  виглядає так, як на рисунку 4. Причому мінімум вартості через втрати при транспортних і пішохідних затримках відображають області: «а» – для світлофорного регульованого переходу з можливістю виклику пішохідної фази; «б» – для нерегульованого пішохідного переходу



**Рисунок 3** – Графічне представлення вартостей втрат через затримки ТЗ та пішоходів для: площина «а» – світлофорного регульованого переходу з можливістю виклику пішохідної фази; площина «б» – нерегульованого пішохідного переходу



**Рисунок 4** – Области ефективного функціонування: «а» – світлофорного регульованого переходу з можливістю виклику пішохідної фази; «б» – нерегульованого пішохідного переходу

### Висновки

З даних, що наведені на рисунку 4 видно, що діапазон умов визначений у [2] для функціонування нерегульованого пішохідного переходу (інтенсивність ТЗ до 1000 авт./год та інтенсивність пішоходів до 150 за чол./год) повністю належить за результатами даного дослідження області ефективного функціонування світлофорного регульованого переходу з можливістю виклику пішохідної фази.

У подальшому планується оцінити за аналогічною методикою області ефективного функціонування для трьох та чотирьох смуг руху транспортних засобів для всього можливого діапазону інтенсивностей транспортного і пішохідного потоків. Також пропонується, на основі робіт Хауера І., Рябця Я.В. і Трушевського В.Е., включити в розрахунки витрати від дорожньо-транспортних пригод і витрати через негативний вплив на екологію.

### Література

1. Дідківська Л.С. Гнучкі методи світлофорного регулювання в умовах нестационарності параметрів транспортного потоку [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Дідківська Людмила Сергіївна ; Нац. трансп. ун-т. – К., 2011. – 145 с.
2. Рекомендації з впровадження та оцінки ефективності роботи світлофорного регулювання дорожнього руху / ГУ РУ МВС України, 2005. – 56 с.
3. Оптимальные многоцелевые системы координированного регулированного движения : Материалы VIII международной (одиннадцатой екатеринбургской) научно-практической конференции [«Проблемы развития транспортных систем городов и зон из влияния»], (14-15 июня 2002 г.), Клибавичус А.Ю.
4. Лобашов О.О. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху» : навч. посіб. / О.О. Лобашов, О.В. Прасоленко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 221 с.