

УДК 65.0.12.122

І.О.Павлова, В.В.Грабовець, О.М.Решетило, М.М.Курин
Луцький національний технічний університет
ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ НА МІСЬКИХ
РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЯХ

У результаті дослідження інтенсивності руху на регульованих перехрестях у місті Луцьку виявлено значне їх перевантаження. Розраховано режим роботи світлофорів взаємно-залежного вузла з часово-залежним регулюванням. Розглянуто оптимальні організаційні заходи для зменшення коефіцієнта завантаження регульованих перехресть.

Ключові слова: транспортний потік, регульоване перехрестя, часовий інтервал, такт світлофора.

Рис 11. Табл 2. Форм 4. Літ 6.

И.А.Павлова, В.В.Грабовец, А.Н.Решетило, М.Н.Курин
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА НА ГОРОДСКИХ
РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ

В результате исследования интенсивности движения на регулируемых перекрестках в городе Луцке обнаружено значительные их перегрузки. Рассчитано режим работы светофоров взаимно-зависимого узла с временно-зависимым регулированием. Рассмотрены оптимальные организационные меры для уменьшения коэффициента загрузки регулируемых перекрестков.

Ключевые слова: транспортный поток, регулируемый перекресток, временный интервал, такт светофора.

I. Pavlova, V. Grabovets, O.Reshetulo, M.Kyrun
STUDY OF TRANSPORT PROCESS AT URBAN CONTROLLED INTERSECTIONS

A study of traffic controlled intersections in Lutsk revealed a significant overload. Were monitored traffics at several intersections in Lutsk. Established parameters of traffic flow and determined that the greatest impact on it is made by following factors: intensity, density and speed.

In the central parts of big cities characterized by the following problem in traffic management: a large congestion of the road network, availability of transit transportation through the city center, the difficulty of movement through unreasonable parking on the road network, poor discipline of road users and inadequate supervision.

The intensity of traffic was defined as cartograms, also traffic distribution during a day and night time on Prospekt Voli in Lutsk was defined. Integrated intensity values are presented and the corresponding load factors of one of the studied crossroad are shown.

We constructed a general view of the process model of traffic and vehicle travel time along the Prospekt Voli, presented chart depending on the time of travel of the car from the average vehicle speed and time of traffic light switching.

The mode of traffic lights work was calculated of mutually-dependent part of the road and time-dependent regulation, the most appropriate organizational measures are studied to reduce the load factor controlled intersections, the introduction of traffic light regulation of the investigated road network, which will allow reduction of the load factor and help to reduce the congestion.

Keywords: traffic flow, controlled intersections, the time interval, cycle of traffic lights.

Актуальність дослідження. Швидкий процес автомобілізації з кожним роком охоплює все більшу кількість країн, постійно збільшується автомобільний парк, кількість людей, причетних до дорожнього руху. Зростання автомобілів і об'єму перевезень призводить до збільшення інтенсивності руху, що в умовах міст з історичною забудовою сприяє виникненню транспортних проблем. Особливо гостро вони проявляються на вузлових пунктах вулично-дорожньої мережі (ВДМ) - перехрестях. У цих місцях збільшуються транспортні затримки, виникають черги та затори, а це викликає зниження швидкості сполучення, невиправдані перевитрати палива, підвищення зношуваності вузлів і агрегатів автомобілів.

Одночасно зростає кількість дорожньо-транспортних випадків. При цьому на перехрестях, які займають незначну частину території міста, концентрується більше 30% випадків ДТП. Часті зупинки та накопичення автомобілів та перехрестях є причинами підвищеного забруднення повітря. Нажаль, більшість перехресть ніби спеціально спроектовані

для створення „заторів”, без натяку на розширення, з малими радіусами повороту, інколи з перешкодами на тротуарах, у самого краю дороги.

Ріст числа транспортних засобів у місті Луцьку, як і в інших містах, став причиною інтенсивного росту завантаження ряду перехресть центру міста і, як наслідок, створення заторів.

Тому розробка ефективних методів організації руху, які б дозволяли регулювати показники транспортного потоку, є першочерговим завданням у вирішенні транспортної проблеми. Забезпечення швидкого і безпечного руху в місті вимагає використання комплексу заходів.

Мета роботи. Аналіз стану ряду напружених перехресть міста та пошук методів, організаційних заходів, здатних зменшити навантаження критичних вузлів дорожньої мережі для запобігання створення "пробок"; розробка рекомендацій щодо організаційних заходів, здатних зменшити навантаження критичних точок дорожньої мережі для запобігання створення заторів.

Аналіз об'єкту дослідження. Перехрестя - місце перехрещення, прилягання або розгалуження доріг на одному рівні, межею якого є уявні лінії між початком заокруглень країв проїзної частини кожної з доріг. У містобудівній практиці досить широко використовуються саморегульовані та регульовані перехрестя. На саморегульованому перехресті рух транспорту здійснюється навколо центрального острівця в одному напрямку, проти годинникової стрілки.

До регульованих відносять такі перехрестя (і перетини), де передбачено світлофорне регулювання, що розділяє в часі рух транспортних засобів і пішоходів по конфліктуючих напрямках.

Режим руху потоку автомобілів при наявності на його шляху світлофорів залежить від тривалості сигналів, що дозволяють або забороняють рух. Відомо, що пропускна здатність смуги залежить від щільності і швидкості потоку. На регульованому пересіченні світлофор розділяє потік на окремі частини ("пачки"), які в результаті введення заборонного сигналу в русі максимально ущільнюються. Час, що затрачається на ущільнення потоку, використовується для пропуску автомобілів на прилеглій вулиці або пішоходів.

Основними показниками регульованого перехрестя є:

- прогнозована інтенсивність руху транспортних потоків;
- ширина проїжджої частини;
- кількість смуг на підходах до перехрестя;
- радіус правоповоротного з'їзду;
- відстань між сусідніми перехрестями, що регулюються.

Було проведено моніторинг транспортних потоків за рядом перехресть міста Луцька, найбільш критичних з позиції перевантаження. Моніторинг проводився в середині робочого тижня в жовтні 2013 року протягом денного часу (з 7.00 до 19.00). Досліджувались транспортні потоки на перехрестях проспекту Волі з вулицями Парковою, Шопена та Київським майданом (виїзд із Облдержадміністрації) (рис. 1). На розглядуваній ділянці здійснюється рух масового пасажирського транспорту, а також легкових та вантажних автомобілів.

Дослідження саме цих перехресть обумовлено тим, що вони утворюють певний взаємно-залежний вузол, на якому створюються довгі черги. Через ці перехрестя проходять значні транзитні транспортні потоки. На кожному з перехресть існує своя схема дозволених напрямів руху, по кожному з яких вівся окремий облік транспортних засобів, що пройшли перехрестя. Нерівномірність транспортних потоків протягом доби і навіть години створює значну проблему в організації руху.

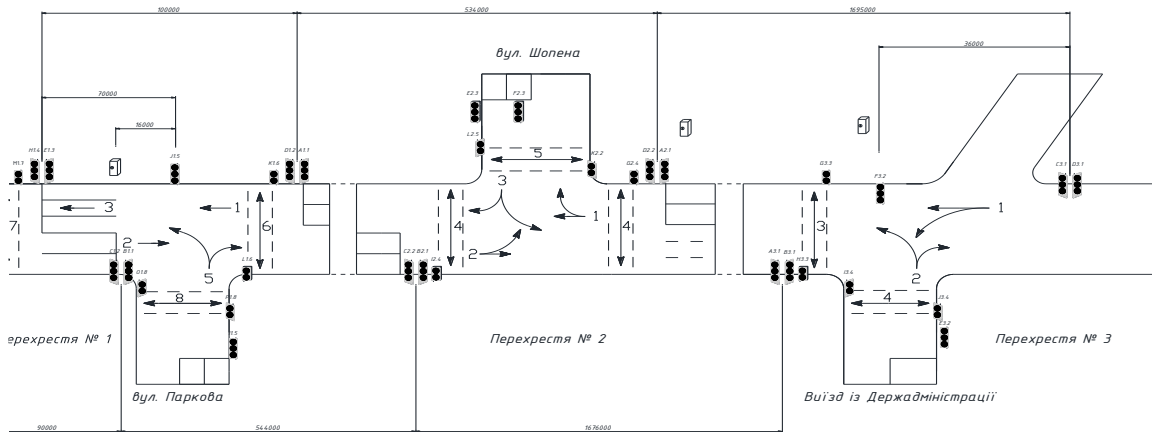


Рис.1. Схема досліджуваних транспортних вузлів.

Транспортний потік характеризується наступними параметрами.

1. *Інтенсивність транспортного потоку* (інтенсивність руху) – кількість транспортних засобів, що проїжджають через переріз дороги за одиницю часу. В якості розрахункового періоду часу для визначення інтенсивності руху приймається рік, місяць, доба, година та більш короткі проміжки часу в залежності від поставленого завдання спостереження та засобів вимірювання.

На вулично-дорожній мережі міст можна виділити окремі ділянки, де рух транспортних засобів досягає максимальних розмірів, в той час коли на інших ділянках він в декілька разів менший. Нерівномірність транспортних потоків на протязі року, місяця, доби і навіть години має важливе значення в питанні організації дорожнього руху.

2. *Коефіцієнт добової нерівномірності* розраховується за формулою:

$$K_{НД} = 24N_{АГ} / N_{АД}, \quad (1)$$

де 24– число годин в добі;

$N_{АГ}$ – інтенсивність руху за порівнювану годину, авт./год.;

$N_{АД}$ – сумарна інтенсивність руху за добу, авт./доб.

У багатьох випадках, особливо при вирішенні питань регулювання руху у міських умовах, має значення не тільки сумарна інтенсивність руху потоку по даному напрямку, але також інтенсивність, що приходить на одну смугу, або так названа **питома інтенсивність руху** M_a . Якщо відоме конкретне розподілення інтенсивності руху по смугам та воно істотно нерівномірне, то в якості розрахункової інтенсивності M_a можна використати інтенсивність руху по найбільш завантаженій смузі руху.

3. *Часовий інтервал* t_i між слідкуючими один за одним автомобілями є показником, протилежним інтенсивності руху. Математичне очікування $E(t_i)$ визначається залежністю:

$$E(t_i) = 3600 / M_a, \quad (2)$$

Якщо інтервал t_i між слідкуючими один за одним по смузі автомобілями більш ніж 10 секунд, то їх взаємна дія є відносно слабкою та умови руху характеризуються як “вільні”.

4. *Склад транспортного потоку* характеризується співвідношенням в ньому транспортних засобів різного типу. Цей показник чинить значний вплив на параметри

дорожнього руху, а також на завантаження вулично-дорожньої мережі, що пояснюється перед усім значною різницею в габаритних розмірах автомобілів.

5. *Щільність транспортного потоку* q_a є просторовою характеристикою, що визначає ступінь щільності транспортного потоку на смузі руху. Вона вимірюється числом транспортних засобів, що приходиться на 1 км протяжності дороги. Гранична щільність досягається при нерухомому стані колони автомобілів, що розміщені упритул один до одного на смузі руху.

В залежності від щільності транспортного потоку рух по ступені щільності ділиться на вільний, частково зв'язаний, насичений, колонний.

Чисельні значення q_a в фізичних одиницях, що відповідають цим станам транспортного потоку, дуже істотно залежать від параметрів вулично-дорожньої мережі, коефіцієнта зчеплення, а також стану потоку за типами транспортних засобів, що, в свою чергу, впливає на швидкість, яку обирає водій.

6. *Швидкість руху* є важливим показником, так як являє собою цільову функцію дорожнього руху. Найбільш об'єктивною характеристикою транспортного засобу на вулично-дорожній мережі може слугувати графік зміни його швидкості на протязі всього маршруту руху. В практиці організації дорожнього руху прийнято оцінювати швидкість руху транспортних засобів миттєвими її значеннями, зафіксованими в окремих типових перетинах дороги.

7. *Затримки руху* є показником, на який необхідно звернути особливу увагу при оцінці стану дорожнього руху. До затримок слід віднести втрати часу не лише на всі змушені зупинки транспортних засобів перед перехрестями, залізничними переїздами, при заторах на перегонах, але також через зниження швидкості транспортного потоку у порівнянні з середньою швидкістю вільного руху на даній ділянці вулично-дорожньої мережі.

Загальні втрати часу для транспортного потоку розраховуються за залежністю:

$$\Delta T = N_A \Delta t T, \quad (3)$$

де N_A – інтенсивність руху транспортного потоку;

Δt - середня сумарна затримка одного автомобіля, с;

T – тривалість спостереження, год.

Усі вищеназвані параметри транспортних потоків визначаються великою кількістю чинників. Це особливо актуально для великомасштабних транспортних мереж. В таких випадках необхідно проводити системний аналіз параметрів транспортного потоку – *інтенсивності, щільності, швидкості* і т. ін.

Згідно з [1, 3] для великих міст зниження ефективності функціонування транспортних потоків характеризується як негативний вплив факторів, пов'язаних з високими темпами зростання автомобілізації, наслідками яких є дуже висока щільність транспортних потоків, низька середня швидкість руху, часті передзаторні й заторні ситуації.

Відповідно, для центральних частин великих міст характерні наступні проблеми в організації дорожнього руху: значна перевантаженість вулично-дорожньої мережі, наявність транзиту транспорту через центр міста, труднощі руху через необґрунтовані паркування на ВДМ, низька дисципліна учасників дорожнього руху й неадекватний нагляд.

Основними причинами незадовільного функціонування транспортних потоків у містах є [1, 3, 6]:

1. Неоптимальний розподіл транспортних потоків по ВДМ. Основною причиною вибору водіями більш довгого маршруту (причому найчастіше водій спочатку їде взагалі в протилежному напрямку від пункту призначення) є погана організація дорожнього руху та нерозвиненість транспортної мережі. Із цієї причини багато водіїв вибирають довший маршрут.

2. Недосконалість системи управління дорожнім рухом:

- відсутність пріоритету руху громадського транспорту;
- неоптимальність організації руху на рівні дорожніх знаків (обмеження чи заборона маневрування створюється за суб'єктивним рішенням) і нерозвиненість АСУДР (автоматизована система управління дорожнім рухом).

3. Паркування на проїзній частині, на тротуарах, яке заважає рухові транспортного потоку.

4. Збільшення попиту на пересування над його задоволенням. У багатьох містах України склалась ситуація така, що попит на пересування в межах міста зростає, а фінансове й матеріально-технічне становище транспортної системи погіршується. Одним із способів протистояти цьому є поліпшення організації дорожнього руху.

З розглянутих *проблемних питань* функціонування транспортних мереж і факторів, що впливають на їх ефективність, запропоновано такі рішення:

- зменшення притягання транспортних потоків шляхом скорочення або заборони будівництва нових об'єктів фінансово-ділової і торгово-обслуговуючої сфери;
- введення обмежень на в'їзд у центральну частину міста;
- вивід із центральної частини міста ряду установ і організацій;
- створення перешкод для використання центру міста транзитними транспортними потоками;
- введення світлофорного режиму стримування транспортного потоку.

Для забезпечення умов організації дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міст необхідно мати дані стосовно кількісних і якісних показників дійсного стану перехресть, що характеризують транспортний потік.

Для цього використовують *натурні спостереження*, які полягають у фіксації конкретних умов і показників дорожнього руху, фактично того, що відбувається протягом заданого періоду часу. Натурні дослідження є єдиним способом отримання достовірної інформації про стан доріг і дозволяють дати точну характеристику існуючих транспортних і пішохідних потоків.

Результати вивчення інтенсивності руху, зазвичай, оформляють у вигляді картограм. На рис.2 показано картограму інтенсивності транспортних потоків на розглядуваній ділянці.

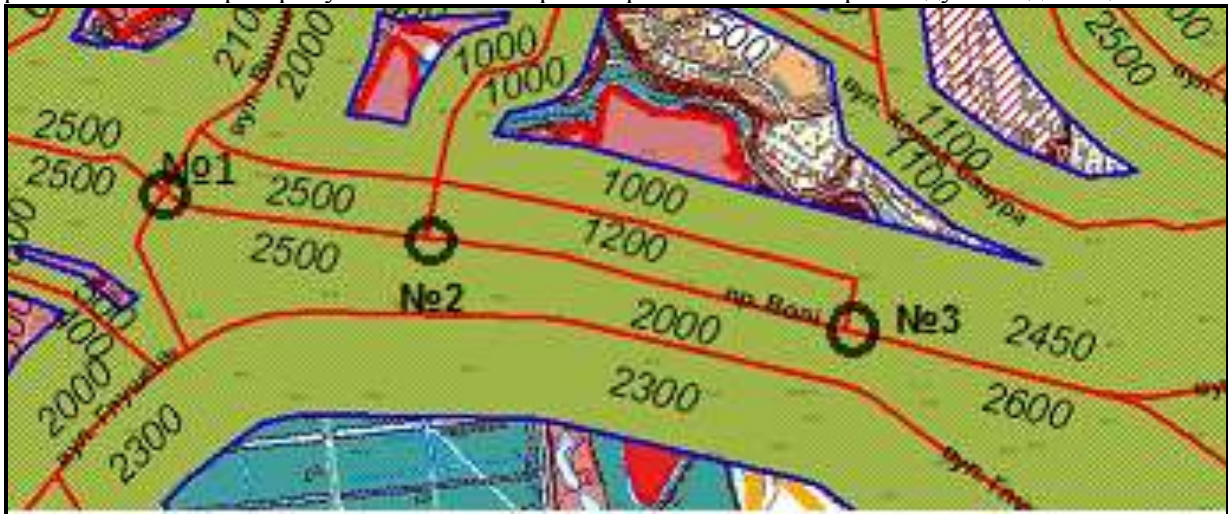


Рис.2. Картограма інтенсивностей транспортних потоків за напрямками руху (колами обведені перехрестя, що досліджуються)

№1 – пр.Волі – вул. Винниченка;

№2 – пр. Волі - вул.Шопена;

№3 – пр.Волі – виїзд від Облдержадміністрації.

Нерівномірність транспортних потоків протягом доби і навіть години створює значну проблему в організації руху. Типові криві розподілу інтенсивності протягом доби на досліджуваній ВДМ показані на рис. 3. Криві дозволяють виділити так звані години «пік», або періоди, в які виникають найбільш складні задачі організації і регулювання руху.

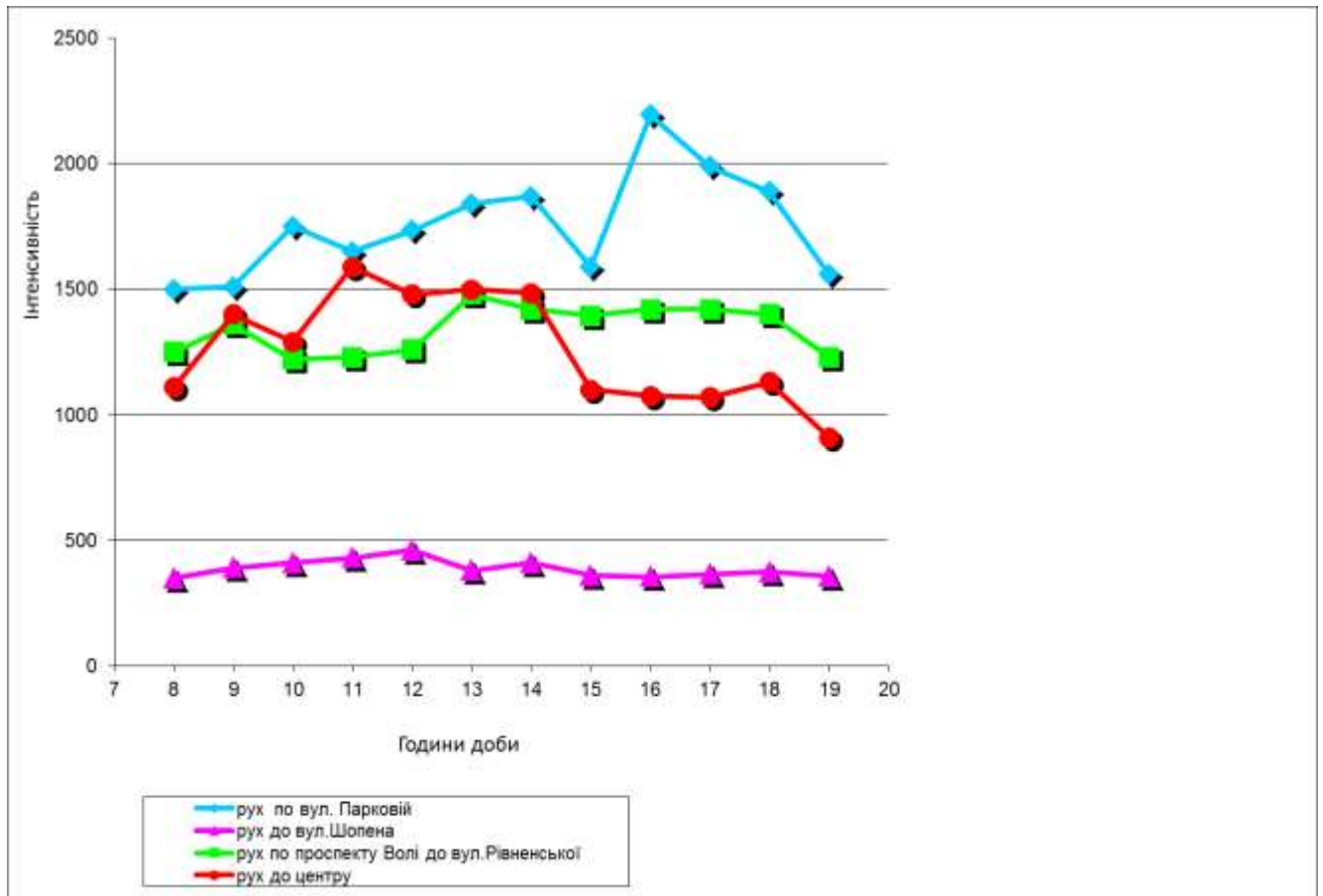


Рис.3 Розподіл інтенсивності руху протягом доби на проспекті Волі

Як видно з діаграм, інтенсивність руху на перехресті проспект Волі – вул. Паркова коливається від помірних 300 до напружених 1800 автомобілів на годину. На сусідніх перехрестях інтенсивність дещо нижча (500-700 одиниць).

Склад транспортного потоку характеризується співвідношенням в ньому транспортних засобів різного роду. Склад транспортного потоку здійснює значний вплив на всі параметри, що характеризують дорожній рух. Склад транспортного потоку впливає на завантаження доріг, що пояснюється перш за все істотною різницею в габаритних розмірах автомобілів.

Для того щоб врахувати у фактичному складі транспортного потоку вплив різних типів транспортних засобів, застосовують коефіцієнти зведення K_{np} до умовного легкового автомобіля, обумовлені при порівнянні їхніх динамічних габаритів. Значення $K_{зв}$ приведені в [6].

У такий спосіб можна одержати показник інтенсивності руху в умовних зведених одиницях.

$$N_{зв.а} = N_l + N_{аб} * K_{зв.аб} + N_{тр} * K_{зв.тр} + N_{ва} * K_{зв.ва} \quad (4)$$

де N_l , $N_{аб}$, $N_{тр}$, $N_{ва}$ - відповідно інтенсивність (обсяг) руху легкових, автобусів, тролейбусів та вантажних автомобілів у фізичних одиницях; $K_{зв.аб}$, $K_{зв. тр}$, $K_{зв. ва}$ - відповідно коефіцієнти зведення для автобусів, тролейбусів та вантажних автомобілів.

Показник інтенсивності для проспекту Волі буде складати:

$$N_{зв.а} = 1625 + 525*2,5 + 175*3 + 125*2 = 3712 \text{ авт./год.}$$

Отримані дані щодо складу транспортних потоків показали на переважуючу частину легкових автомобілів (на пр. Волі їх кількість складає 65%), проте також наявна значна частина автобусів, які вагомо впливають на довжину черг на перехрестях (рис. 4). Був проведений

перерахунок умовної інтенсивності з урахуванням довжини транспортних засобів за коефіцієнтом приведення.

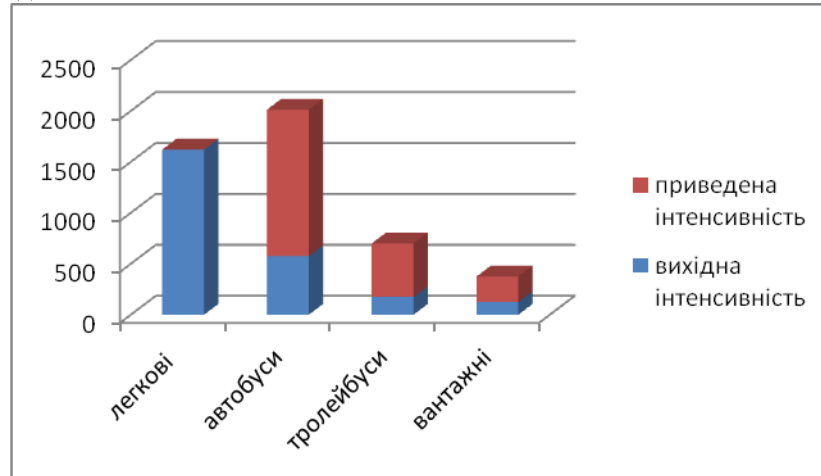


Рис. 4. Розподіл інтенсивності руху протягом доби на проспекті Волі за видами транспорту

Наявність у транспортному потоці значної доли автобусів і тролейбусів, що мають довжину у 2-5 рази більше легкових автомобілів, у 2-3 рази збільшують умовну інтенсивність, зменшуючи кількість транспортних засобів, що можуть пройти через перехрестя за фіксований час зеленого світла світлофору.

Відомо, що для регульованих перехресть нормальними вважаються коефіцієнти завантаження 0,8-0,9. На рис.5 відображені інтегральні значення приведеної інтенсивності за напрямками і відповідні їм коефіцієнти завантаження одного з досліджуваних перехресть

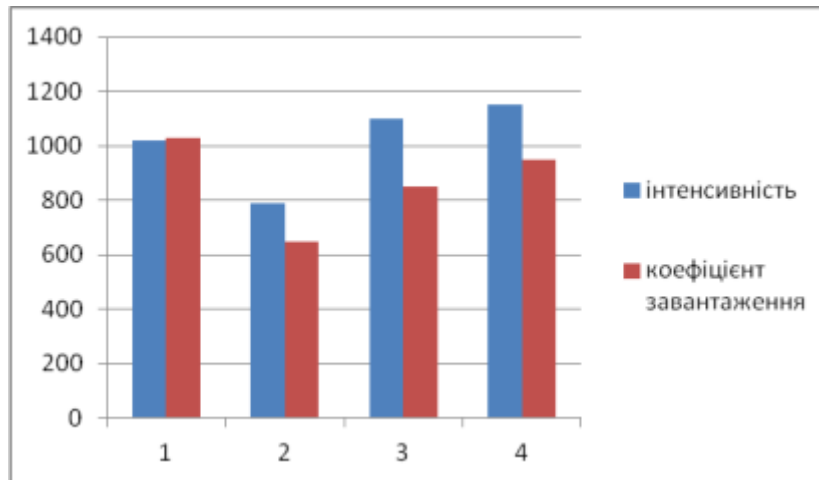


Рис. 5. Коефіцієнти завантаження напрямів проспект Волі – вул. Винниченка.

За даними рис.5 видно значне перевищення коефіцієнтів завантаження, тому подальша мета проведених досліджень полягає у пошуку засобів зменшення навантаження транспортних вузлів.

Швидкість руху є найважливішим показником дорожнього руху, тому що характеризує його цільову функцію. Найбільш об'єктивною характеристикою швидкості транспортного засобу на дорозі може служити крива, що характеризує її зміну протягом усього маршруту руху.

Однак одержання таких просторових характеристик для безлічі автомобілів, що рухаються, є складним. У практиці організації руху прийнято характеризувати швидкість руху транспортних засобів миттєвими її значеннями v_a , зафіксованими в окремих типових точках дороги. Вимірником швидкості доставки вантажів і пасажирів є швидкість сполучення v_w , що

визначається як відношення відстані між точками сполучення до часу перебування транспортного засобу в дорозі. Величиною, зворотною швидкості сполучення, є *темп руху*, що вимірюється *часом*, затраченим на подолання одиниці довжини шляху (хв/км). Цей вимірник дуже зручний для розрахунків часу доставки пасажирів і вантажів на різні відстані.

Миттєва швидкість транспортного засобу і відповідно швидкість сполучення залежать від багатьох факторів і піддаються значним коливанням.

Для дослідження темпу руху автотранспорту по проспекту Волі м. Луцька в середовищі *Delphi* була розроблена комп'ютерна модель, яка дозволяє визначити час проїзду автомобіля проспекту Волі в залежності від середньої швидкості руху автомобіля та часу перемикання кольору світлофора. Загальний вигляд моделі наведено на рис. 6.

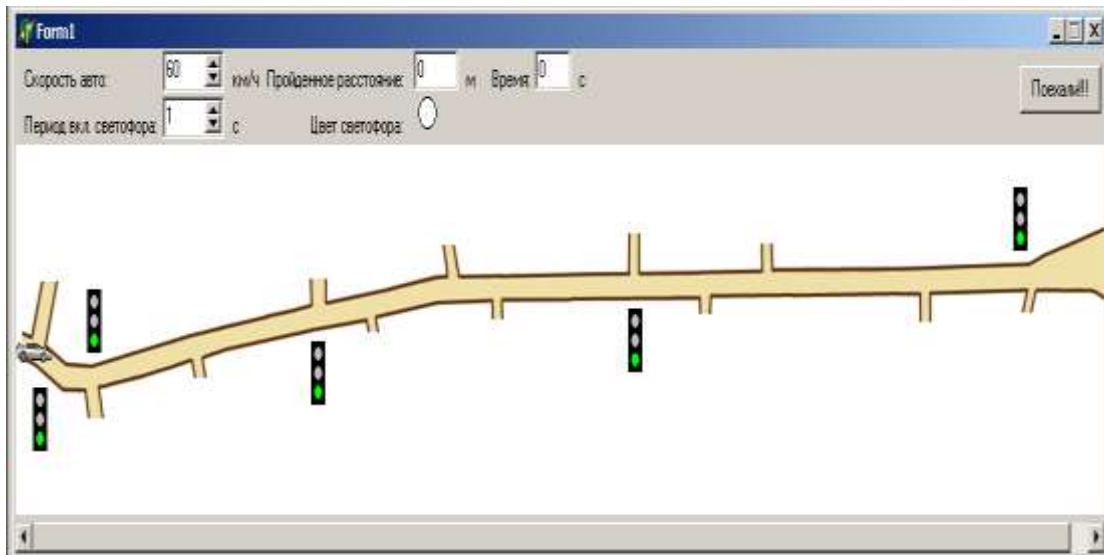


Рис. 6. Загальний вигляд моделі технологічного процесу руху автотранспорту по проспекту Волі

Таблица 1

Час проїзду автомобіля (с) по пр. Волі.

| | | Середня швидкість руху автомобіля, км/год. | | | | | | |
|--|----|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| Час перемикання кольорів світлофора, с | 1 | 434 | 270 | 200 | 168 | 136 | 140 | 98 |
| | 2 | 434 | 270 | 195 | 170 | 135 | 114 | 99 |
| | 3 | 434 | 274 | 195 | 166 | 136 | 116 | 104 |
| | 4 | 429 | 268 | 196 | 171 | 140 | 116 | 98 |
| | 5 | 435 | 264 | 204 | 174 | 143 | 114 | 102 |
| | 6 | 434 | 271 | 207 | 172 | 136 | 116 | 98 |
| | 7 | 425 | 274 | 201 | 162 | 143 | 114 | 100 |
| | 8 | 421 | 279 | 211 | 167 | 132 | 114 | 103 |
| | 9 | 437 | 292 | 201 | 172 | 147 | 118 | 96 |
| | 10 | 427 | 284 | 203 | 164 | 143 | 124 | 102 |

На основі п'ятдесяти досліджень (таблиця 1) було побудовано графічну залежність часу проїзду автомобіля від середньої швидкості автомобіля та часу перемикання кольору світлофора, що наведена на рис. 7.

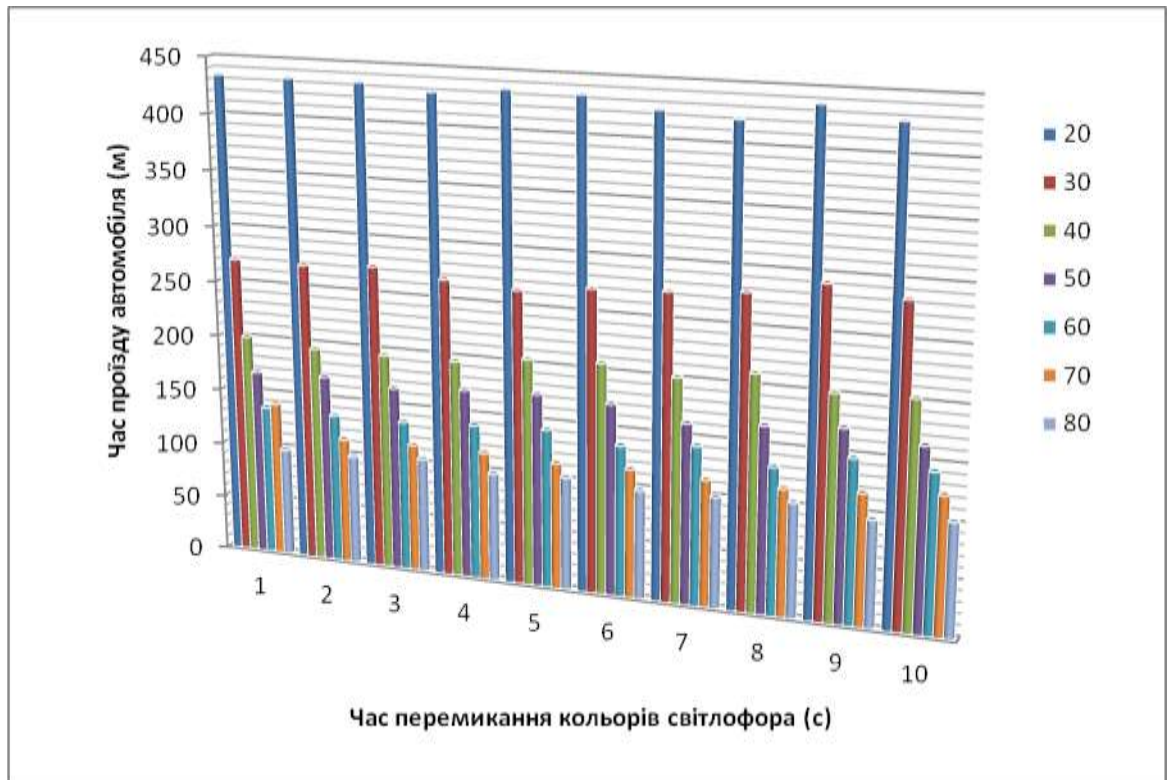


Рис. 7. Діаграма залежності часу проїзду автомобіля від середньої швидкості автомобіля та часу перемикання кольору світлофора

Аналіз графічної залежності показує, що найбільш оптимальним є рух автомобіля з середньою швидкістю 50 км/год. при часі перемикання кольорів світлофора 4 с.

Такі значення швидкісного режиму будуть доступні для транспортного потоку тільки у випадку, якщо коефіцієнт завантаження складає 0,8-0,9. Проте, фактично спостерігається значне перевищення коефіцієнтів завантаження (рис.5), тому подальша мета проведених досліджень полягає у пошуку засобів зменшення навантаження транспортного вузла.

Найбільш простим і дешевим способом зниження коефіцієнта завантаження є корегування світлофорного циклу.

Визначення тривалості циклу і основних тактів регулювання ґрунтується на інтенсивності транспортних потоків на підходах до перехрестя і пропускної здатності. Тому ці параметри слід розглядати в якості основних вихідних даних розрахунку. Ці параметри розглядають для кожного напрямку руху даної фази.

Кількість фаз регулювання визначає кількість основних і проміжних тактів. *Основний такт* є частиною циклу регулювання, пропорційно фазовому коефіцієнту розрахункове значення якого відповідає максимальному визначенню інтенсивності, до потоку насичення для різних підходів до перехрестя в даній фазі. *Проміжний такт* враховуючи його призначення, мало залежить від інтенсивності руху, визначається планувальною характеристикою перехрестя і швидкістю руху транспортних засобів в його зоні.

Дані про проміжні такти (втрачений час) і фазові коефіцієнти лежать в основі розрахунку тривалості циклу регулювання. Цей розрахунок може коректуватися з урахуванням вимог пішоходного руху. Завершаючим етапом роботи є побудова графіка режиму роботи світлофорної сигналізації, на якому відображається тривалість і порядок чергування сигналів.

Фази регулювання залежать від багатьох факторів: ширини проїзної частини (смуги руху), поздовжнього ухилу на підході до перехрестя, стану дорожнього покриття, складу транспортного потоку, видимості перехрестя водієм, наявності в зоні перехрестя пішоходів і автомобілів, які зупинилися.

Тому для кожної характерної години доби і періоду року, для яких проводиться розрахунок програм регулювання, робочі цикли світлофора повинні визначатися

© І.О.Павлова, В.В.Грабовець, О.М.Решетило, М.М.Курин

експериментально. Разом з тим методика експериментального вивчення потоку насичення потребує суттєвих затрат часу. Крім цього вона не може застосовуватись для перехресть, де встановлення світлофорного регулювання тільки планується.

На рисунках 8 – 11 наведені діаграми часових програм включення ламп світлофорів, розраховані в середовищі програми *PTV Vision VISSIM*.

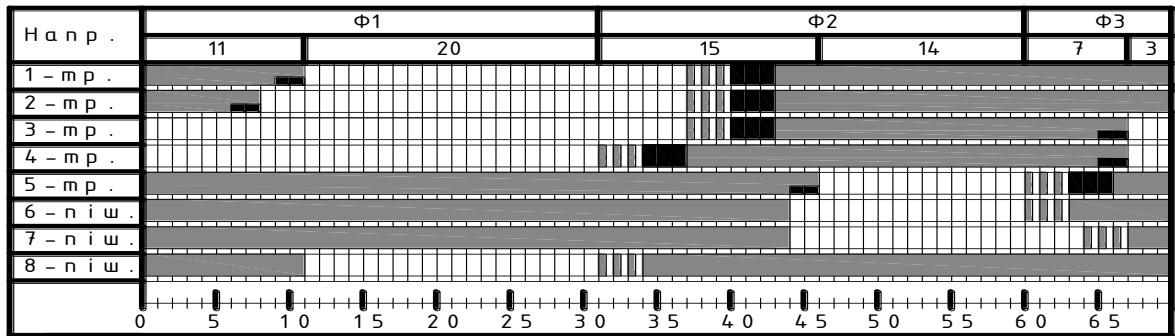


Рис. 8 - Діаграма роботи світлофора при нормальному навантаженні транспортним потоком ($T_c=70$ с) перехрестя №1

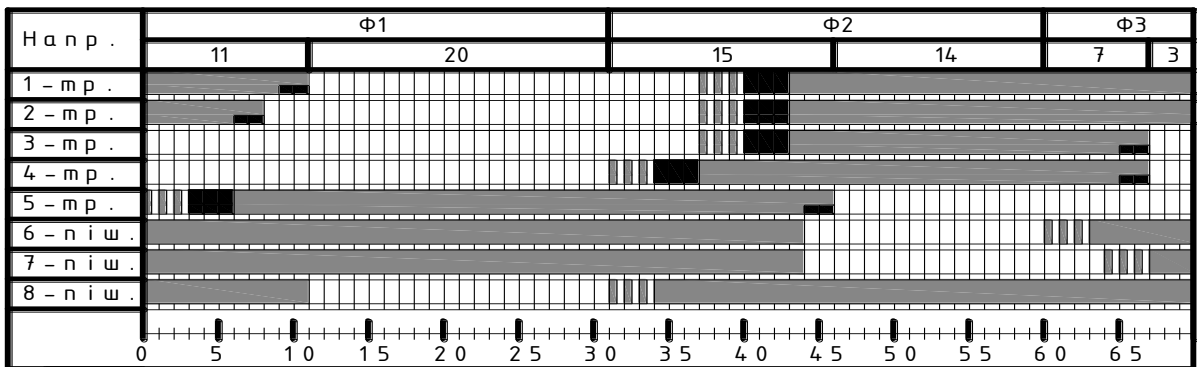


Рис. 9 - Діаграма роботи світлофора при підвищеному навантаженні транспортним потоком ($T_c=70$ с) перехрестя №1

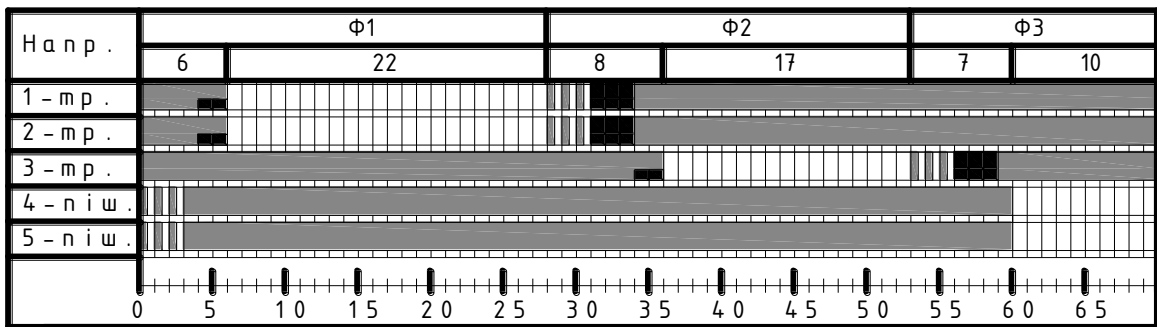


Рис. 10 - Діаграма роботи світлофора ($T_c=70$ с) перехрестя №2

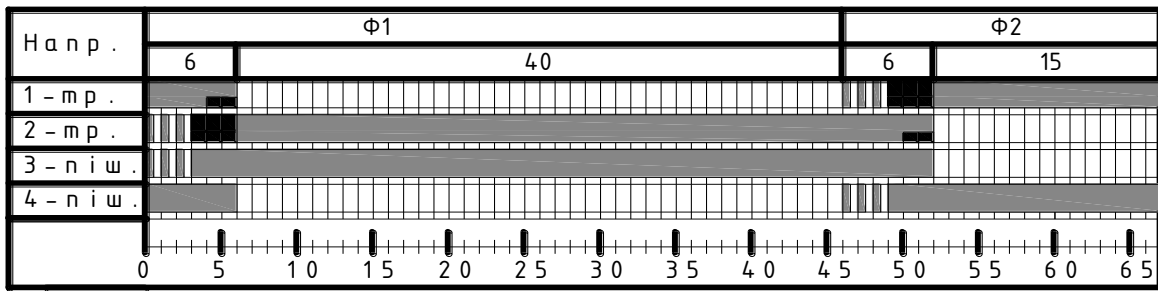
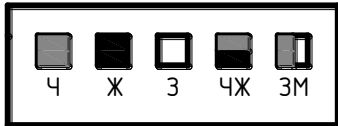


Рис. 11 - Діаграма роботи світлофора ($T_{\text{ц}}=70\text{с}$) перехрестя №3, де



- Ч** – включене червоне світло;
- Ж** – включене жовте світло;
- З** – включене зелене світло;
- ЧЖ** – включене червоне і жовте світло одночасно;
- ЗМ** – зелене світло мигає.

При введенні в модель отриманих розрахунковим методом значень фаз роботи світлофорів транспортні черги, що утворювалися перед перехрестям, були менші довжини перегону, а тому в цьому випадку, виникнення заторів мінімальне. Саме за таких режимів роботи пропускна здатність смуг максимальна, а транспортні затримки автомобілів мінімальні.

Введення розрахункового світлофорного циклу на досліджуваній ВДМ дало зниження коефіцієнтів завантаження (табл. 3.1), що, хоча й повністю не вирішить проблему заторів, але зменшить транспортні затримки.

Таблиця 2 .

Коефіцієнти завантаження перехресть при проведенні регулювання світлофорного циклу

| Коефіцієнт завантаження | Заходи | |
|---------------------------------|----------|---------------------------------|
| | Відсутні | Коригування світлофорного циклу |
| Пр. Волі – вул. Винниченка | 0,98 | 0,91 |
| Пр. Волі – вул. Шопена | 0,92 | 0,91 |
| Пр. Волі – Облдержадміністрація | 0,78 | 0,76 |

Висновки

1. Проведений аналіз групи регульованих перехресть м. Луцька, що за своїми характеристиками можуть бути об'єднані в один транспортний вузол. Для розгляду та дослідження вибрано перехрестя проспекту Волі з вулицями Винниченка, Шопена і виїздом від Облдержадміністрації на Київській площі як найбільш завантажені та складні для переїзду у години-пік.

2. Натурні спостереження виявили значне перевантаження двох перехресть (пр. Волі – вул.Винниченка та пр.Волі – вул.Шопена) у час-пік. Інтенсивність більше 1000 автомобілів/год. викликає можливість виникнення заторів.

3. Аналіз залежності часу проїзду автомобіля від середньої швидкості автомобіля та часу перемикання кольору світлофора виявив, що найбільш оптимальним є рух автомобіля з середньою швидкістю 50 км/год. при часі перемикання кольорів світлофора 4 с. Такі значення швидкісного режиму будуть доступні для транспортного потоку тільки у випадку, якщо коефіцієнт завантаження складає 0,8-0,9.

3. Розрахунки швидкості, проведені для годин найбільшого навантаження, показали можливість виникнення заторів на перехрестях пр.Волі – вул.Винниченка та пр.Волі – вул.Шопена. Швидкість транспортних засобів менше 5 км/год. створює вірогідність виникнення заторів.

6. Для покращення організації дорожнього руху розглядається варіант коригування світлофорної сигналізації на розглядуваних перехрестях.

7. Виходячи з принципів пофазного розподілу на примиканні вулиць Винниченка та Шопена до проспекту Волі пропонується трифазне регулювання. За таким розподілом фаз тривалість циклу буде рівна 70с.

8. Введення світлофорного регулювання на досліджуваній ВДМ дасть зниження коефіцієнтів завантаження, хоча й повністю не вирішить проблему заторів, проте зменшить транспортні затримки. Очевидно, що проблема зменшення завантаження транспортних вузлів має комплексну природу і потребує системного підходу до її вирішення.

1. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Справочник. Пер. с англ. / В.У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. - М.: Транспорт, 1981. - 592 с.
2. Васильев А.П.; Фримштейн М.И. Управление движением на автомобильных дорогах. - М.: Транспорт, 1979. - 296с.
3. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими /Пер. с англ. - М.: Транспорт, 1972. - 423 с.
4. Кисляков В.М., Филиппов В.В., Школяренко И.А. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов. - М.: Транспорт, - 1979.- 199с.
5. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. - М.: Транспорт, 1990. - 255 с.
6. Лобашов О.О. Моделирование влияния сети парковки на транспортные потоки в містах: монографія. / О. О. Лобашов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. - 170 с.

Стаття надійшла до редакції 02.05.2014.