

Оптимізація транспортних систем

УДК 625.72:656.11

doi: 10.26906/SUNZ.2020.1.045

О. В. Денисенко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

НОВИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ НЕРЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЬ

Анотація. Предметом вивчення в статті є новий підхід визначення параметрів руху транспортних засобів і особлість визначення пропускної здатності (ПЗ) нерегульованих перехресть різного типу. Метою є розробка способу визначення ПЗ міських нерегульованих перехрестів, який дозволяє отримати і Дольний комплекс критеріальних оцінок якості функціонування таких перехресть. Завдання дослідження: аналіз су-суспільством і розробка нових підходів, методів і алгоритмів визначення ПЗ нерегульованих перехресть, які враховують у новій пропозиції позитивних якостей відомих рішень; розширення функціональних віз-можностей відомих рішень для отримання широкого комплексу критеріїв оцінки якості функціонування перехресть; пропозиція і розробка такого способу, який відповідав би вимогам універсальної адаптивної системи, що дозволяє ефективно в динаміці реагувати на всілякі зміни умов руху транспортних потоків (ТП) на перехресті. Отримані наступні результати. Розкрито деякі особливості сучасної організації моніторингу ТП на локальних об'єктах, а також проаналізовано їх основні переваги та недоліки. Представлений новий підхід визначення ПЗ нерегульованих перехресть в умовах динамічного змінювання параметрів руху ТП і адаптивного реагування системи на дорожню ситуацію. Показано особливості реалізації алгоритмів визначення ПЗ для різного типу перехрестів. Висновки. Запропонована технологія змінювання комплексу параметрів руху ТП одночасно дозволяє здійснювати оцінку якості функціонування нерегульованих перехрестів за критерієм ПЗ і в динаміці контролювати цей параметр. Визначення ПЗ таким способом з високою частотою сканування і за реальними значеннями часу роз'їзду на перехресті різних типів транспортних засобів, дає можливість істотно підвищити точність вимірювання кінцевих параметрів. Пропозиція і розробка способу визначення ПЗ нерегульованих перехресть за такою технологією відповідає вимогам універсальних адаптивних систем, які ефективно в динаміці реагують на всілякі зміни умов руху ТП на перехресті і УДС міста.

Ключові слова: нерегульоване перехрестя, транспортний потік, транспортний засіб, пропускна здатність, граничний інтервал, лазерний промінь.

Вступ

Постановка проблеми. Керування транспортними потоками (ТП) є необхідною умовою ефективного функціонування більшості перехресть великих міст.

Причиною цього є постійне зростання рівня автомобілізації та ускладнення умов руху транспортного засобу (ТЗ). Використання автоматизованих систем управління дорожнього руху (АСУ-ДР) дозволяє вирішувати складні транспортні задачі лише в умовах їх постійного удосконалення.

Тому сучасні АСУ-ДР відносяться до класу автоматизованого управління технологічними процесами і мають усі складові таких систем: технічні засоби виміру і збору інформації про параметри ТП; засоби передачі, обробки і реєстрації цієї інформації, що утворюють керуючий обчислювальний комплекс системи та локальні засоби керування (дорожні контролери).

Але для забезпечення потрібного рівня керуючих дій та організаційних заходів на перехрестях міста потрібна сукупність даних, що характеризують як основні параметри руху окремих ТЗ і ТП по усіх напрямках руху, так і можливість одночасного визначення оцінки якості функціонування перехрестя за різноманітними показниками.

Існуючі критерії оцінки ефективності керування та функціонування регульованих і нерегульованих перехресть базуються на таких показниках як середня затримка транспортного засобу, пропускна здатність, рівень обслуговування та ступінь насичення смуг руху перехрестя. І, навіть, якщо одним з головних критеріїв вважається середня затримка ТЗ, проте в умовах динамічної зміни параметрів руху ТП та погодних умов, одночасна оцінка ПЗ окремих напрямків та перехрестя в цілому дозволяє більш якісно оцінити умови руху і визначити комплекс керуючих дій.

Тому актуальною вважається задача розробки такої технології одночасного визначення необхідного комплексу параметрів руху ТП і ПЗ напрямків руху та перехрестя в цілому, яке дозволяє в динамічному режимі досягти мети керування.

Аналіз публікацій

Зараз у професійній зарубіжній літературі можна знайти ряд різних методик визначення величини ПЗ регульованих і нерегульованих перехресть [1-3].

Розрахунок ПЗ і рівнів завантаження перехресть потрібні для вибору найбільш раціональної організації руху при інтенсивності транспортних потоків, що склалася. У основу розрахунку ПЗ нере-

гульованих і саморегульованих вузлів у ряді літературних джерел [4, 5] покладена теорія руху транспортних потоків, що вивчає закономірності розподілу інтервалів між автомобілями, що рухаються.

Пропускна здатність регульованих вузлів у більшості авторів визначається ПЗ магістралі в перерізі стоп-лінії, тобто ПЗ однієї смуги, кількістю смуг руху, організацією руху у вузлі та режимом регулювання перехрестя [1, 2].

У той же час, фахівці визначають необхідність використання сучасних технологій створення універсальної адаптивної системи, яка в умовах можливих обмежень в динамічному режимі забезпечувала б ефективний моніторинг такого об'єкту як нерегульоване перехрестя [6].

Серед відомих технічних рішень, які б найкращим чином відповідали вказаним вище вимогам, можна відзначити ряд оригінальних способів визначення як параметрів ТП у зоні перехрестя, так і параметрів оптимального управління, у відповідності з якими у просторовій зоні перехрестя відбувається покрокове сканування конусним вузькоспрямованим лазерним променем інфрачервоного діапазону всіх підходів і виходів цього перехрестя [7-9].

Проте, в наступний час рішення практичних завдань в області проектування таких об'єктів пов'язане з рядом об'єктивних труднощів і необхідністю застосування у процесі виміру одночасно декількох різних критеріїв оцінки ефективності моніторингу перехрестя, для підвищення їх функціональної можливості та перспективи використання [3].

При цьому відзначається, що одним з шляхів підвищення якості регулювання перетинів є уточнення необхідних характеристик ТП та розробка таких систем, які дозволяють всебічно оцінювати ефективність їх функціонування.

Мета і постановка задачі

Поставленою метою є розробка способу визначення ПЗ міських нерегульованих перехрестя, який дозволяє отримати і доповнити комплекс критеріальних оцінок рівня якості функціонування перехрестя.

Для підвищення ефективності функціонування перехрестя необхідно було вирішити такі задачі:

- аналіз існуючих та розробка нових способів, методів та алгоритмів визначення ПЗ перехрестя;
- урахування у новій пропозиції позитивних якостей попередніх рішень;
- розширення функціональних можливостей відомого способу для одержання широкого комплексу критеріїв оцінки якості функціонування перехрестя;
- пропозиція та розробка способу, який би відповідав вимогам універсальної адаптивної системи, що ефективно в динаміці реагує на всілякі зміни умов руху ТП на перехресті.

Суть пропозиції

Раніше автором запропоновано ряд способів визначення широкого кола параметрів руху окремих ТЗ і ТП на підходах і в зоні перехрестя, а також визначення параметрів світлофорного регулювання,

об'єднаних загальною єдиною технологією сканування одночасно двома або трьома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя [7-9].

Згідно сутності цієї технології зону і підходи до перехрестя покроково сканують променями конусної розгортки (рис. 1), що дає можливість сформувати вхідні і вихідні межі двох контрольованих зон (КЗ) та забезпечити визначення комплексу необхідних параметрів ТП по кожній смугі руху в залежності від результатів сканування.

Розгортка лазерного променя здійснюється блоком сканування 1, який розташовується над перехрестям на спеціальному кронштейні в точці, що відповідає геометричному центру перехрестя.

У блоці сканування, залежно від висоти його розміщення, одну з оптичних осей розгортки підбирають так, щоб перший лазерний промінь описував конусну поверхню з колом на проїжджій частині перехрестя (R_1) в області «стоп-ліній» всіх його підходів.

Блок сканування має відповідний оптичний відхиляючий пристрій (дискретний сканістор), який забезпечує відхилення осі першого лазерного променя на кожному наступному періоді сканування в необхідне друге положення, при якому радіус кола (R_2) на поверхні проїзної частини змінюється на задану величину (наприклад, на 1 м).

Таким чином, в зоні стоп-ліній на поверхні перехрестя формуються два концентричні кола з різницею радіусів ($R_1 - R_2 = 1$ м), які зображують вихідну межу першої КЗ.

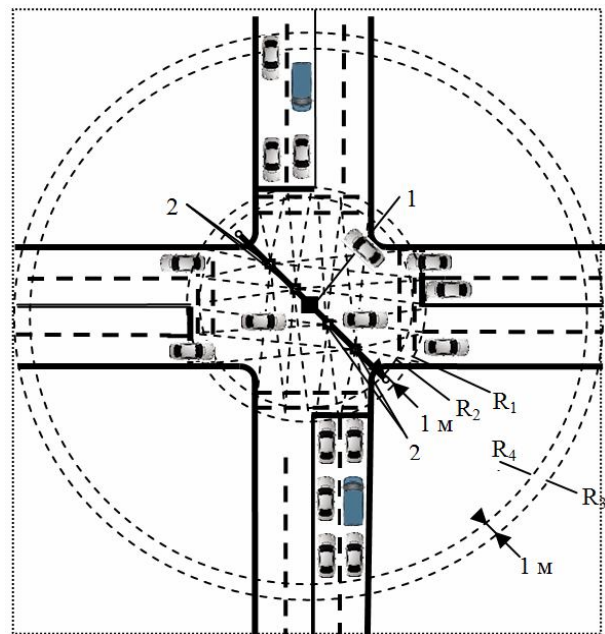


Рис. 1. Схема, що розкриває основні відмінні особливості запропонованого способу

Другий і третій оптичні промені лазерної розгортки формуються відповідно зі зміщенням на 120° по колу розгортки по відношенню друг до друга [7-9] і формують вхідні межі першої та другої КЗ. Ці промені, як і перший, за допомогою відповідних дискретних сканісторів на кожному наступному періоді

сканування змінюють одну оптичну вісь розгортки на іншу і формують два концентричних кола з різницею радіусів 1 м.

На спеціальному кронштейні також розташовані оптичні фотоприймачі 2 (ФП_i), які в процесі розгортки відповідних лазерних променів δ_1, δ_2 та δ_3 по одному з кіл на входах і виходах КЗ послідовно сприймають сигнали, відбиті від транспортного засобу, що рухається по різним смугам руху як на підходах, так і на виходах перехрестя, а часове і просторове рознесення лазерних променів дозволяє фіксувати одним ФП всі сигнали сканування по відповідній смузі.

Фіксацію ТЗ, що в'їжджають в обидві КЗ, здійснюють по їх передніх бамперах при пересіченні одного з кіл на їх вході, при цьому завдяки періодичному скануванню зі зміною оптичної осі лазерного променя на дистанції 1 м визначається момент в'їзду, швидкість, довжина, тип, кількість і послідовність ТЗ, що реально в'їхали в КЗ по кожній смузі руху за період вимірювань.

Визначення ПЗ різного типу перехрестя має свої специфічні особливості.

Для нерегульованих перехрестя перетину головної та другорядної доріг алгоритм виміру здійснюється наступним чином.

Інформація про довжину, тип та час пересування ТЗ на входах в КЗ або в зоні «стоп-ліній» дозволяє послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобілю $K_{ПРi}$ як відношення величини середнього значення часового інтервалу \bar{t}_{ei} пересування конкретного типу транспортного засобу кола з R_5 спочатку переднім, а потім заднім бампером до величини середнього значення аналогічного часового інтервалу \bar{t}_{li} поїзду легкового автомобілю:

$$K_{ПРi} = \bar{t}_{ei} / \bar{t}_{li} \quad (1)$$

Вимірювання цього параметру на вході і виході з перехрестя дозволяє не тільки чітко визначити напрямки руху кожного ТЗ по кожній смузі перехрестя, але і прив'язати до цього параметру конкретні значення граничних інтервалів t_{zp} в залежності від типу ТЗ, смуг і напрямків їх руху.

Далі в процесі руху ТЗ по кожній j – й смузі головної дороги на вході в другу КЗ здійснюється вимір інтервалів руху h_{mj} між кожною парою транспортних засобів (m та $m+1$).

Одночасно впродовж всього часу виміру T_B здійснюється підрахунок усіх ТЗ, що в'їхали в КЗ по кожній j – й смузі і потім виїхали з зони перехрестя як у фізичних $N_{\phi j}$, так і приведених $N_{ПРj}$ одиницях

$$N_{ПРj} = K_{ПР1}N_1 + K_{ПР2}N_2 + \dots + K_{ПРi}N_i, \quad (2)$$

де N_i - число транспортних засобів i -го типу у поточці.

Фіксація транспортного засобу, що повністю покинули зону перехрестя здійснюється за моментами перетинання їх задніми бамперами кола сканування з радіусом R_1 на виході перехрестя одночасно по всіх смугах руху.

В процесі роз'їзду транспортного засобу зі смуг другорядних доріг визначаються реальні значення критичних інтервалів для транспортних засобів різного типу, різних напрямків і смуг руху, які враховують різноманітні особливості топографії конкретного перехрестя.

Значення граничних інтервалів t_{zp} визначаються за моментами перетину переднім бампером спочатку лінії сканування першого променя на виході з КЗ (наприклад R_1), а потім заднім бампером цієї ж лінії сканування на виході з перехрестя.

Практичне визначення реальних значень t_{zp} для умов конкретного перехрестя дає змогу накопичувати інформацію для всіх типів інтервалів у обчислювальному пристрої системи, що реалізує цей спосіб [10] і при необхідності з часом корегувати ці значення при зміні умов руху (наприклад, для зими або ожеледиці, наявності пішохідних потоків). Більш того, можливість виміру швидкості та типу транспортного засобу на вході і виході КЗ дає змогу розділити і окремо використовувати значення t_{zp} для умов, коли ТЗ по другорядним дорогам проїжджають КЗ без зупинки, і коли вони зупиняються перед стоп-лінією.

Процес визначення ПЗ нерегульованого перехрестя за прийнятий час виміру T_B включає підрахунок всіх транспортних засобів, що за цей час повністю послідовно виїхали з КЗ і зони перехрестя по всіх смугах як головної, так і другорядної дороги

$$N_{\Sigma} = \sum_{j=1}^n N_{\phi j}, \quad (3)$$

де $N_{\phi j}$ – кількість усіх транспортних засобів, що виїхали з зони перехрестя по кожній j – й смузі у фізичних одиницях.

При цьому, в процесі руху ТП по усім смугам як на вході в КЗ, так і на її виході (зона стоп-лінії) здійснюється вимір швидкості, типу, коефіцієнтів приведення і інтервалів руху всіх ТЗ. Завдяки цьому, у ТП, що рухається по смугам головної дороги, визначаються вільні інтервали h_{BL} , які за значенням більше, ніж t_{zp} для легкових ТЗ прямого напрямку руху по смугам другорядних доріг (тобто мінімальних t_{zp}^{\min}).

Такі інтервали h_{BL} по смугам головної дороги можливо фіксувати у випадку відсутності ТЗ в КЗ, якщо час пересування відповідних ТЗ при їх максимальній швидкості руху не буде перевищувати t_{zp}^{\min} (при відповідному значенні R_5 , що формує вхідну межу КЗ).

В цьому разі, при відсутності ТЗ в черзі або в КЗ по смугам другорядних доріг, до значення N_{Σ} додається по одному транспортному засобі з кожної смуги другорядної дороги.

Навіть у разі, коли з другорядної дороги у вільний інтервал ТЗ здійснюють маневр через головну дорогу, до значення N_{Σ} додається по одному транспортному засобу з кожної вільної від руху смуги другорядної дороги.

Якщо вільний інтервал h_{BL} по головній дорозі буде більшої кратності по відношенню до t_{cp}^{\min} , до значення N_{Σ} додається величина

$$N_{dp} = d \cdot \gamma \quad (4)$$

де d – кількість смуг руху на підході до перехрестя по другорядним дорогам;

$\gamma = h_{BL} / t_{cp}^{\min}$ – коефіцієнт кратності вільного інтервалу.

Таким чином, упродовж всього часу виміру T_B всі інтервали руху, що відповідають умові $t_{cp}^{\min} \leq h_{BL}$ штучно заповнюються додатковими ТЗ другорядних доріг (граничними інтервалами t_{cp}^{\min}) і забезпечують безперервний ТП максимально можливої сумарної інтенсивності, що не приведе до заторового стану на перехресті.

Значення ПЗ в цьому випадку за одиницю часу виміру T_B визначається як:

$$P = N_{\Sigma} + \sum_{i=1}^q N_{dpi} \quad (5)$$

де q – кількість вільних інтервалів в ТП по головній дорозі за час виміру T_B .

Визначення ПЗ нерегульованого перехрестя рівнозначних доріг трохи відрізняється [11]. Для цього в процесі роз'їзду ТЗ через перехрестя визначаються реальні значення інтервалів перетину t_{nep} для ТЗ різного типу, різних напрямків і смуг руху, які враховують різноманітні особливості топографії конкретного перехрестя, швидкісні якості ТЗ і наявності пішохідних потоків.

Значення інтервалів перетину t_{nep} визначаються за моментами перетину переднім бампером транспортного засобу спочатку лінії сканування першого променя на виході з КЗ (наприклад R_1), а потім заднім бампером цієї ж лінії сканування на виході з перехрестя.

Як і в попередньому випадку, практичне визначення реальних значень t_{nep} для умов конкретного перехрестя дає змогу накопичувати інформацію для всіх типів інтервалів у обчислювальному пристрої і при необхідності з часом корегувати ці значення при зміні умов руху.

Більш того, можливість виміру швидкості та типу ТЗ на вході і виході КЗ дає змогу розділити і окремо використовувати значення t_{nep} для умов, коли ТЗ проїжджають КЗ, а потім і перехрестя без зупинки, і коли вони зупиняються перед стоп-лінією.

Процес визначення ПЗ нерегульованого перехрестя рівнозначних доріг за прийнятий час виміру T_B включає спочатку підрахунок всіх ТЗ, що за цей час повністю послідовно виїхали з КЗ і зони перехрестя по всіх смугах руху за формулою (3). Одночасно в процесі перетину зони перехрестя окремими ТЗ визначаються смуги руху, з яких можливий одночасний паралельний рух ТЗ згідно існуючим правилами перетину нерегульованих перехресть. При

наявності таких смуг до значення N_{Σ} (при перетині кожним реальним ТЗ) додається по одному ТЗ з кожної смуги, а значення інтервалів перетину t_{nep}^{ij} (i -го типу по j -й смузі) обираються мінімальними, тобто для легкових автомобілів.

За одиницю часу виміру T_B таких додаткових ТЗ може бути нараховане N_{dod} .

Моменти завершення перетину перехрестя визначаються або за моментами перетину лінії сканування першого променя R_1 на виході з перехрестя задніми бамперами ТЗ, або по закінченню одного з інтервалів перетину t_{nep}^{ij} (максимального з набору для конкретного випадку), якщо його значення буде більше часу перетину реального ТЗ. З моменту закінчення цього інтервалу, в разі відсутності ТЗ в черзі або в КЗ визначається схема роз'їзду, за якої одночасно по правилам може рухатись максимальна кількість ТЗ (тобто задіяна найбільша кількість смуг руху).

При цьому, до значення N_{Σ} додається по одному ТЗ з кожної смуги руху, що задіяна в роз'їзді, а інтервали перетину t_{nep}^{ij} обираються мінімальними (для легкових ТЗ).

Накопичене значення N_n цих транспортних засобів за прийнятий час виміру T_B складає певну частину величини ПЗ.

Таким чином, упродовж всього часу виміру T_B всі вільні від руху ТЗ інтервали часу штучно заповнюються додатковими ТЗ (N_n) по визначеній схемі роз'їзду і забезпечують безперервний ТП максимально можливої сумарної інтенсивності, що не приведе до заторового стану на перехресті.

Значення ПЗ в цьому випадку за одиницю часу виміру T_B визначається як:

$$P = N_{\Sigma} + N_{dod} + N_n \quad (6)$$

Для уточнення та визначення статистично значущих значень ПЗ перехрестя, необхідно обстежити мінімум 15-20 годинних циклів у пікові часи руху. Але оперативне визначення ПЗ перехрестя (в реальному масштабі часу) в умовах можливих різких змін ПЗ (затори, хурделиця або ожеледиця) дає можливість отримати важливу і корисну інформацію для систем мережевого регулювання руху на ВДМ міста з урахуванням всіх особливостей топографії і пішохідних потоків конкретного перехрестя.

Висновки

Запропонована технологія виміру комплексу параметрів руху ТП одночасно дозволяє здійснювати оцінку якості функціонування нерегульованих перехресть за таким критерієм як пропускна здатність перехрестя та в динаміці контролювати цей параметр.

Розрахунок ПЗ і рівнів завантаження нерегульованих перехресть потрібні для визначення більш якісної оцінки умов руху, рівня функціонування та вибору найбільш раціональної організації руху і комплексу керуючих дій.

Визначення ПЗ таким способом з високою частотою сканування і по реальним значенням часу роз'їзду з перехрестя різними типами транспортних засобів, дає можливість суттєво підвищити точність виміру кінцевих параметрів.

Пропозиція та розробка способу визначення ПЗ нерегульованих перехресть за такою технологією відповідає вимогам універсальних адаптивних систем, що ефективно в динаміці реагують на всілякі зміни умов руху ТП на перехресті та ВДМ міста.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Highway Capacity Manual / Washington: TRB, 2010. – 1134 p.
2. Teply S., Allingham D., Richardson D., Stephenson B. Second Edition of the Canadian Capacity Guide for Signalized Intersections.// Institute of Transportation Engineers, District 7, Canada, 1995. – 115 p.
3. Левашов А.Г. Проектирование регулируемых пересечений / А.Г.Левашов, А.Ю. Михайлов, И.М. Головных.– Иркутск: изд-во ИрГТУ, 2007.–298 с.
4. Булавина Л.В. Расчет пропускной способности магистралей и узлов: учеб. пособие / Л.В. Булавина. - Екатеринбург: изд-во ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2009.– 44 с.
5. Левашев А.Г., Михайлов А.Ю. Основные параметры оценки пропускной способности регулируемых пересечений // ВИНТИ. – 2004. – №3. – С. 14 – 19.
6. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: учеб. для вузов /Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ “Академкнига”, 2005. -279 с.
7. Пат. 112094 Україна, G 08 G 1/09. Спосіб визначення тривалості елементів та циклу світлофорної сигналізації / Денисенко О. В.; заявник і патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. - опубл. 25.07.16, Бюл. № 14/2016.
8. Пат. 114539 Україна, G 08 G 1/09. Спосіб визначення рівня обслуговування на регульованому перехресті/ Денисенко О. В.; заявник і патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет.- опубл. 26.06.17, Бюл. № 12/2017.
9. Пат. 119614 Україна, G 08 G 1/09. Спосіб оптимізації багатофазного циклу регулювання світлофорного об'єкту / Денисенко О. В.; заявник і патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет.- опубл. 10.07.19, Бюл. № 13/2019.
10. Пат. 115922 Україна, G 08 G 1/09. Спосіб визначення пропускної здатності нерегульованого перехрестя з головною і другорядною дорогами / Денисенко О. В.; заявник і патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет.- опубл. 10.01.18, Бюл. № 1/2018.
11. Пат. 116398 Україна, G 08 G 1/09. Спосіб визначення пропускної здатності нерегульованого перехрестя рівнозначних доріг / Денисенко О. В.; заявник і патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. - опубл. 12.03.18, Бюл. № 5/2018.

Received (Надійшла) 23.12.2019

Accepted for publication (Прийнята до друку) 19.02.2020

**Increase in effectiveness of definition of elements
of a cycle of traffic light regulation**

O. Denisenko

Abstract. The subject of the article is a new approach to determining the parameters of the movement of vehicles and the peculiarities of determining the capacity (DC) of unregulated intersections of various types. **The purpose** is to develop a method of determining the DC of urban unregulated intersections, which allows to obtain and add a set of criteria estimates of the quality of functioning of such intersections. **Research objectives:** analysis of existing and development of new approaches, methods and algorithms for determining DC of unregulated intersections, taking into account in the new proposal the positive qualities of known solutions; Broader functional capabilities of known solutions for obtaining a wide range of criteria for assessing quality of functioning of intersections; Proposal and development of a method that meets the requirements of a universal adaptive system allowing to respond efficiently in dynamics to all possible changes in traffic conditions (TC) at the intersection. **The following results are received.** Some peculiarities of modern TC monitoring organization at local facilities are disclosed, as well as their main advantages and disadvantages are analyzed. A new approach is presented for determination of DC of unregulated intersections in conditions of dynamic change of DC movement parameters and adaptive response of the system to road situation. Features of implementation of DC detection algorithms for different types of intersections are shown. **Conclusions.** The proposed technology of measuring the complex of parameters of TS movement simultaneously allows to assess the quality of functioning of non-regulated intersections according to the IR criterion and to monitor this parameter in dynamics. Determination of DC in this way with visceral scanning frequency and by real values of travel time at the intersection of various typical transport means makes it possible to significantly increase accuracy of measurement of final parameters. The proposal and development of a method of determining the DC of non-regulated intersections according to such technology meets the requirements of universal adaptive systems, which respond effective in dynamics to all possible changes in the conditions of TS movement at the intersection and street roadnet (SR) of the city.

Keywords: unregulated intersection, traffic flow, vehicle, bandwidth, limit interval, laser beam.