

Я.В. Баштинська, В.С. Величко, Н.І. Кульбашна

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ПЕРЕХРЕСТЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СВІТЛОФОРНИХ ОБ'ЄКТІВ

В представленій статті для підвищення ефективності роботи світлофорних об'єктів пропонується проведення кластерного аналізу перехресть, який враховує умови руху та його оточуюче середовище на вибір систем світлофорного регулювання, режимів і алгоритмів роботи. Для проведення класифікації регульованих перехресть використано сукупність класифікаційних ознак: кількість смуг руху, потенціал тягіння перехрестя, наявність зупинок і ліній суспільного транспорту, інтенсивність пішохідного руху, кількість ДТП, складність регульованого перехрестя.

Ключові слова: перехрестя, світлофорне регулювання, умови руху, кластерний аналіз, засоби керування.

Постановка проблеми

У зв'язку із збільшенням загальної кількості особистого транспорту дорожній рух зростає в усьому світі. Неминуче зростає і кількість світлофорних об'єктів. Забезпечення зручності та комфорту транспортного процесу на перехрестях міста можливе завдяки постійній і цілеспрямованій діяльності щодо планування та оснащення технічними засобами для організації дорожнього руху. Невідповідність обраного засобу (алгоритму) світлофорного регулювання призводить до втрати часу на перехрестях, зниженню рівня безпеки дорожнього руху. При цьому важливо враховувати різновиди перехресть, що відрізняються умовами руху. На допомогу проведення реконструкції й реорганізації перехресть мають прийти дослідження, засновані на кластерному аналізі.

Кластерний аналіз уможливує з погляду наукових засад підійти раціонально до впровадження форм і різновидів засобів світлофорного керування, урахуваючи оточуюче середовище і умови руху.

Тому метою представленої статті є проведення кластерного аналізу перехресть, за результатами якого в подальшому складаються підстави щодо вибору систем світлофорного регулювання або алгоритмів його роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Більшість досліджень вчених з удосконалення роботи світлофорних об'єктів спрямовується на підвищення пропускної спроможності перехресть.

М. І. Медовщикова в своїх дослідженнях вказує, що мережа транспортних потоків в умовах заторів є слабо стійкою. Автор для вирішення цієї проблеми пропонує розміщувати на транспортній мережі оп-

тимальну кількість детекторів, що дає змогу вирішувати завдання отримання інформації про стан транспортних потоків і вдосконалювати процес управління на перехрестях [1].

Аналогічну проблему виникнення заторів на підставі збору даних вирішує С. В. Семинін. Він вказує на доцільність створення спеціальних засобів, що забезпечують однорідність відповідних інформаційних просторів, а також вдосконалення математичних методів моделювання і керування потоками транспортних засобів на автомобільних магістралях. Також розроблена модель керування транспортними потоками в системі взаємопов'язаних перехресть, яка відрізняється синхронізацією режимів керування світлофорною сигналізацією із застосуванням апарату нечіткої логіки [2].

Незважаючи на те, що розроблені моделі аналізу альтернативних варіантів керування світлофорною сигналізацією відрізняються можливістю вибору оптимальних режимів регулювання, питаннями відмінностей перехресть за складністю і небезпекою автори не займалися.

Г.В. Альошиним, О. В. Коломійцевим, В. В. Посоховим вказувалося, що одним з суттєвих рішень проблем затримок є створення такого універсального засобу моніторингу, який би комплексно вимірював радіальну та тангенціальну швидкість транспортного засобу у будь-яких умовах. Однак у дослідженнях відсутній науковий підхід щодо зменшення капітальних витрат на обладнання світлофорних об'єктів, пов'язаного з оцінкою складності і небезпеки перехрестя [3].

Дослідження А. М. Ярути присвячені вирішенню завдання удосконалення автоматизованої системи керування дорожнім рухом, яка уможливує зменшення часу проїзду маршрутів автотранспорт-

ними засобами, підвищення пропускної спроможності вулично-дорожньої мережі особливо в пікові години [4]. Автором пропонується засоби моніторингу для визначення аналітичних залежностей часу проїзду транспорту на регульованих перехрестях від їхніх параметрів, а також довжини черги перед світлофором [4].

А. А. Царіков у своїх дослідженнях вказує на необхідність розвитку методів розрахунку циклів регулювання у транспортних вузлах з різними геометричними параметрами та елементами вулично-дорожньої мережі. Запропоновано шляхи підвищення пропускної спроможності та безпеки руху регульованих вузлів на підставі використання технічних засобів та планування мережі [5]. Автор для регулювання пропонує тільки доопрацювання деяких контролерів із встановленням додаткової секції світлофора. Не дивлячись на те, що в дослідженнях враховуються дорожні умови, але вони стосуються складних перехресть, які працюють в системі насичення, а перехрестя менш складні не прийнято до уваги [5].

Дослідження О. П. Тимофєєвої, О. М. Малишевої, Ю. В. Соколової спрямовані на створення інтелектуальної системи керування світлофорами. Вченими спроектована нейронна система, особливістю якої є те, що вона вирішує комбіновану задачу оптимізації і кластеризації, тоді як існуючі моделі нейронних мереж призначені для вирішення завдання тільки оптимізації або кластеризації [6].

Найбільшого застосування методи кластеризації знайшли в дослідженнях О. В. Тарасова і С. Н. Корнілова. На підставі використання методів багатовимірною-статистичного аналізу авторами розроблена методологія і методика аналізу й класифікації регульованих перехресть міських вулиць. В результаті теоретичних досліджень ними визначено сукупність ознак для класифікації та виявлення належності регульованих перехресть міських вулиць до одного з відомих класів [7].

Ю. Сандер і Н. Люббе у своїх дослідженнях вивчають можливість використання методів кластеризації для визначення невеликої кількості тестових сценаріїв на перехресті, досить репрезентативних для набору даних про аварії, що пов'язані із автоматизованим аварійним гальмуванням [8].

В роботі Д. Пьовани, К. Молінеро і А. Вілсона було показано, що використання методів теорії перколяції і результатів розробленої стохастичної моделі транспортних потоків дає змогу моделювати роботу транспортної мережі не тільки на рівні окремих вузлів, але і всієї структури в цілому. Пропонована ними модель уможливує моделювання її роботи під час уникнення заторів для розвезення товарів роздрібній торгівлі. У дослідженні використовуються кластери вулично-дорожньої мережі [9].

Найбільш продуктивною і інформативною за розглядуваною тематикою цієї статті є дослідження Д. А. Кадасєва, який розробив теоретико-прикладні основи оптимізації режимів роботи світлофорного регулювання на ізольованих перехрестях, що забезпечують підвищення ефективності функціонування систем пасажировантажного руху, поліпшення екологічної ситуації в містах і зниження кількості ДТП [10].

Таким чином, проаналізовані дослідження вчених, що пов'язані із підходами щодо ефективного керування світлофорними об'єктами. Такий аналіз показав, що кластерний аналіз в дослідженнях вчених практично не застосовувався. Загалом всі роботи вчених направлені на підвищення пропускної спроможності перехресть або вони пропонують нові засоби регулювання, деякі розглядають зменшення матеріальних витрат для встановлення світлофорного обладнання. Але не має методики, яка пов'язувало б проблему зниження затримок на перехресті як в технічному так і в науковому плані, враховуючи різновиди умов руху на перехрестях із застосуванням кластерного аналізу.

Викладення загального матеріалу

Для проведення класифікації регульованих перехресть, як правило, використовують сукупність класифікаційних ознак: ширину смуги руху, кількість смуг на підході та на виході, радіуси траєкторії повороту транспортних засобів, відстань до торгового центра, ємність автомобільної стоянки торгового центра, наявність зупинок міського суспільного транспорту, інтенсивності руху пішохідного й транспортного потоків й ін.. Класифікаційні ознаки отримують на підставі натурних досліджень й перед початком класифікації виконують процедуру нормування. Всі перехрестя розбивають на класи, які відрізняють конструктивними особливостями.

До певного класу належать перехрестя, що мають подібні класифікаційні ознаки. Алгоритмом класифікації, як правило, виступає метод Уорда, який припускає, що на першому кроці кожен клас складається з одного регульованого перехрестя. Спочатку поєднуються два найближчих класи. Для них визначають середнє значення кожної класифікаційної ознаки й розраховують суму квадратів відхилень [11]:

$$V_k = \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{l=1}^m (x_{il} - \bar{x}_{lk})^2, \quad (1)$$

де n_k – кількість перехресть в k -му класі;

l – кількість ознак, що характеризують кожне перехрестя;

k – номер класу;

\bar{x}_{lk} – середнє значення l -ї ознаки в k -му класі.

Надалі на кожному кроці роботи алгоритму поєднують ті регульовані перехрестя, які дають найменше збільшення величини V_k . Метод Уорда призводить до утворення класів рівних розмірів з мінімальною внутрішньокласовою варіацією [10].

Для підтвердження правильності розбивки n перехресть, кожний з яких характеризують m ознаками, на k класів виконують класифікацію методом k -середніх. Для початку процедури класифікації цим методом задають кількість класів.

Для визначення приналежності знову проєктованого регульованого перехрестя до одного з вже відомих класів застосовують дискримінантний аналіз із визначенням λ -статистики Уїлкса, що служить критерієм значимості під час поділу змінних на класи. Під час визначення приналежності регульованого перехрестя передбачають, що за допомогою методики класифікації вся безліч регульованих перехресть уже розбито на k класів.

Класифікаційна функція h_k являє собою лінійну комбінацію для кожного класу, що максимізує розходження між класами, але мінімізує дисперсію усередині класів. Для визначення ступеня впливу класифікаційних ознак на значення функції h_k будують математичну модель, що адекватно описує досліджуваний процес:

$$h_k = b_{k0} + b_{k1}x_1 + b_{k2}x_2 + \dots + b_{kj}x_j + \dots + b_{km}x_m, \quad (2)$$

де b_{kj} – коефіцієнти, які необхідно визначити, $j = 0, m$; x_j – значення j -ої класифікаційної ознаки.

Регульоване перехрестя належить до того класу, для якого значення класифікаційної функції, h_k найбільше.

Представимо результати класифікації регульованих перехресть для проведення ідентифікації перехресть. Як об'єкт для проведення досліджень були обрані регульовані перехрестя пр. Гагаріна м. Харкова.

Для класифікації регульованих перехресть застосований статистичний кластерний аналіз, якому розглядається безліч регульованих перехресть X_1, X_2, \dots, X_n . Кожне регульоване перехрестя характеризувалося декількома ознаками (змінними) $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}\}$ $t_i = 1, n$. Для регульованого перехрестя такими ознаками є геометричні параметри перехрестя, характеристика зони забудови перехрестя й інтенсивності пішохідного й транспортного потоків. За кожним перехрестям, обладнаному світлофорною сигналізацією, були розглянуті наступні класифікаційні ознаки:

x_1, x_2, x_3, x_4 – кількість смуг відповідно за напрямками Південь-Північ (ПД-ПВ), Захід-Схід (З-С), Північ-Південь (ПВ-ПД), і Схід-Захід (З-С);

x_5 – потенціал тяжіння перехрестя, бали;

x_6 – наявність зупинок суспільного транспорту, кіл;

x_7 – інтенсивність пішохідного руху, бал;

x_8, x_9 – наявність тролейбусної / трамвайної лінії відповідно, кіл;

x_{10} – кількість дорожньо-транспортних пригод на перехресті і на підходах до нього, бал;

x_{11} – складність регульованого перехрестя, бал.

Була складена кваліфікаційна таблиця, до якої заносилися усі регульовані перехрестя пр. Гагаріна м. Харкова. Далі оцінювалось кількість смуг руху для кожного підходу з ПД-ПВ, з З-С, з ПВ-ПД і з С-З.

На наступному кроці проводилася оцінка потенціалу привабливості кожного перехрестя за п'яти бальною шкалою: один бал означав маленький потенціал, 5 балів – великий потенціал привабливості. Далі підраховувалась кількість зупиночних пунктів зі всіх напрямків руху з ПД-ПВ, з З-С, з ПВ-ПД і з С-З.

Оцінка наявності пішохідного руху також створювалася за п'яти бальною шкалою, яка відповідала потужності пішохідного руху в зоні перехрестя: 1 бал відповідав незначному значенню інтенсивності пішохідного руху, 5 балів – великому, також використовувалися проміжні бальні оцінки.

Наявність тролейбусної та трамвайної лінії позначалося знаком «+», якщо перетиналися дві лінії трамваю або тролейбусу, тоді знаки подвоювалися.

Складність перехрестя мала також бальну оцінку: 1 бал означав просте, нескладне перехрестя, 5 балів – складне. Аналогічний підхід використовувався для оцінки рівня дорожньо-транспортних пригод.

Далі проводилося складання всіх оцінок для кожного перехрестя, і, таким чином, отримані значення для кожного із перехресть.

На підставі методології, методики аналізу й класифікації всі регульовані перехрестя пр. Гагаріна м. Харкова були розділені на класи. В представленій роботі кількість класів вибиралося згідно формули Старджеса [11]:

$$k = 1 + 3,32 \cdot \lg N; \quad (3)$$

де k – кількість класових інтервалів вибірки;

N – обсяг вибірки.

Було обрано чотири класи. Для визначення вірогідності дискримінантного аналізу з використанням класифікаційної функції визначалася ймовірність віднесення кожного перехрестя до k -го класу. Достовірні ймовірності визначалися за формулою:

$$P_j = \frac{m_j}{N}, \quad (4)$$

де m_i – кількість перехресть, що ввійшли в k -й клас.

Кожний отриманий клас перехресть має свої характерні класифікаційні ознаки (табл. 1).

Далі групувалися перехрестя за класом у визначену таблицю, розраховувалася за стовпцями сума ознак та їхнє середнє значення. Серед усіх значень відповідної за класом таблиці позначали ті признаки, які були більше вагомі. До загальної таблиці зводилися регульовані перехрестя за вагомими признаками.

Таблиця 1

Характеристика регульованих перехресть пр. Гагаріна

клас	Назва перехрестя	сума	О з н а к и										
			підхід ПД-ПВ	підхід 3-С	підхід ПВ-ПД	підхід С-3	Потенціал тяжін.	Наявн зупин, кіл.	Іnten. піш. руху, бали	Наявн. трол. лінії	Наявн трам	Склад-ність, бали	ДТП, бали
1	пров. Подільський - Солянниківський	19	1	1	1	-	4	1	3	++	-	2,5	3,5
2	Вул. Вернадського – вул.Малом'яницька	25,5	-	2	2	3	3	3	4	+	-	3,5	4
1	Вул. Вернадського - Вул. Нетечинська	20,5	3	1	3	-	3	0	4	+	-	2,5	3
4	Вул. Вернадського – Пр. Гагаріна	30	1	3	2	3	4,5	3	5	+	-	4	3,5
1	Пр. Гагаріна – вул.Малом'яницька	20	2	1	2	1	3	1	3	+	-	3	3
4	Пр. Гагаріна – вул. Молочна	32	3	2	3	2	4	4	3,5	+	+	4	4,5
1	Пр. Гагаріна – вул. Матросова	22	1	2	2	2	3,5	2	3	+	-	3,5	2
2	Пр. Гагаріна – вул. Чугуївська	26	1	3	1	3	3,5	2	3	+	-	4	4,5
2	Пр. Гагаріна – вул. Зернова	25,5	1	3	-	3	4	2	4	+	-	4	3,5
4	Пр. Гагаріна – вул. Одеська	35	2	3	3	1	5	4	5	++	-	5	5
2	Пр. Гагаріна – Південно-проектна	23,5	3	2	3	-	3,5	2	3	++	-	3	2
3	Пр. Гагаріна – Симфероп. шосе	27	2	2	2	2	4,5	2	3,5	+	-	4	4
1	Пр. Гагаріна – вул. Аеролотська	21	2	2	2	-	3,5	2	3	+	-	3	2,5

Отримані класифікаційні функції h_k для визначеного класу згідно з формулою (2):

$$\begin{aligned} h_1 &= 20,8 + 1,8x_1 + 3,4x_5 + 3,2x_7 + 2,9x_{10} + 2,8x_{11}; \\ h_2 &= 25,1 + 2,8x_1 + 3,5x_5 + 3,5x_7 + 2,8x_8 + 3,6x_{10} + 3,5x_{11} \\ h_3 &= 27 + 4,5x_5 + 2x_7 + 3,5x_7 + 4x_{10} + 4x_{11}; \\ h_4 &= 32,3 + 4,5x_5 + 3,7x_6 + 4,5x_7 + 4,3x_{10} + 4,3x_{11}. \end{aligned}$$

Аналіз отриманих функції показує, що вагомими класифікаційними ознаками є потенціал тяжіння перехрестя (розміщення об'єктів інфраструктури навколо перетинання), кількість дорожньо-транспортних пригод на перехресті і на підходах до

нього та складність регульованого перехрестя, що визначається схемою роз'їзду транспорту.

Отже виявлено чотири класи перехресть: до першого класу належать менш складні, до другого – дуже складні. Відповідно режими керування світлофором мають враховувати такий поділ під час організації його гнучкої роботи. Особливо це стосується інтелектуальних світлофорів, які на сучасному рівні науки мають широкий розвиток та інтенсивно розробляються. Очевидно, що навчання нейромережі для керування світлофорним об'єктом не складного і дуже складного перехрестя повинно відрізнятися в силу дії різних з точки зору безпеки факторів.

Висновки

Аналіз наукових публікацій показав, що кластерний аналіз перехресть в дослідженнях вчених практично не застосовувався. В той же час не має дослідження, яке пов'язувало б проблему зниження затримок на перехресті як в технічному так і в науковому плані, враховуючи різновиди умов руху на перехрестях.

Виконано кластерний аналіз перехресть пр. Гагаріна м. Харкова, складена кваліфікаційна таблиця і отримані класифікаційні функції. Виявлено чотири класи перехресть: до першого класу належать менш складні, до другого – дуже складні.

Врахування складності перехрестя важливе для вибору засобів і алгоритмів регулювання. На підставі такого підходу в подальших дослідженнях можуть бути запропоновані варіанти навчання нейромережі для нейроконтролерів, яке буде базуватися не тільки на одному вхідному параметрі – інтенсивності транспортних потоків, а й враховувати інші: кількість смуг руху, аварійність на перехресті, вплив пішохідного руху, особливо за наявності зупиночних пунктів суспільного транспорту, й тощо. Врахувати всі ці фактори неможливо для певного світлофорного об'єкту, тому встає у нагоді кластеризація перехресть, де загальні вагові ознаки є базовими для складання алгоритмів (навчання нейроконтролера). Іншими словами достатньо налаштувати програму для декілька нейроконтролерів, а не створювати безліч нейропрограм для кожного перехрестя.

Література

1. Медовициков, М. И. Методика оптимизации количества детекторов транспорта в автоматизированных системах управления дорожным движением [Электронный ресурс] / Е. В. Посмитный, М.И. Медовициков // Электронный журнал «Современная техника и технологии» [Электронный ресурс]. – Апрель, 2013. – Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2013/04/1825>
2. Семьнин, С.В. Средства обеспечения системы управления потоками транспортных средств [Текст] / С.В. Семьнин, В.Л. Бурковский, А.М. Полянский // Новые технологии в научных исследованиях, проектировании, управлении, производстве: Труды Всерос. конф. - Воронеж: ВГТУ, 2004. – С. 88-89.
3. Альошин, Г. В. Підвищення пропускної спроможності вулиць міста [Текст] / Г.В. Альошин, О.В. Коломійцев, В.В. Посохов // Системи озброєння і військова техніка. – 2016. - № 4(48). - С. 119-122.
4. Ярута, А.М. Усовершенствование автоматизированной системы управления дорожным движением в городах [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / А. М. Ярута. – ХНАДУ, Харьков. - 2016. – 150 с.
5. Цариков, А.А. Перспективы развития систем управления движением на улично-дорожной сети крупного города [Текст] / А. А. Цариков // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международ-

ной научно-технической конференции. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. – С. 324-328.

6. Тимофеева, О. П. Проектирование интеллектуальной системы управления светофорами на основе нейронной сети [Электронный ресурс] / О. П. Тимофеева, Е. М. Малышева, Ю. В. Соколова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. Режим доступа: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=16496>
7. Тарасов, О.В. Нейросетевое моделирование режимов работы светофорных объектов с целью организации движения транспортных потоков по принципу «зеленой волны» [Текст] / О.В. Тарасов, С. Н. Корнилов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: материалы 69 межрегион. науч.-технич. конф. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – Т. 1. – С. 12-14.
8. Sander, U., Lubbe, N. (2018). The potential of clustering methods to define intersection test scenarios: Assessing real-life performance of AEB. *Preprint version. Final, edited version in Accident Analysis & Prevention (113)*, 1-11.
9. Duccio Piovani, Carlos Molinero, Alan Wilson. (2017). Urban retail location: Insights from percolation theory and spatial interaction modeling. *PLoS One. 12 (10)*.
10. Кадасев, Д. А. Способы классификации проектируемых перекрестков [Текст] / Д. А. Кадасев // Развитие транспорта в регионах России: Проблемы и перспективы: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. / МГИУ. – Киров, 2007. – С. 28-30.
11. Системология на транспорті [Текст]: Підручник: у 5 кн. / за заг. ред. Ф. М. Дмитриченко / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін. – Київ : Знання України, 2007. – Кн. 2 : Технологія наукових досліджень і технічної творчості. – 318 с.

References

1. Medovikov, M. I., Posmitnogo, E. V. (2013). Optimization of quantity of detectors of transport systems, traffic management. *Electronic journal "Modern technics and technologies"* Retrieved from: <http://technology.snauka.ru/2013/04/1825>
2. Samanin, S. V. Burkovsky, V. L., Polyansky, A. M. (2004). Tool to ensure the system flow control vehicles. New technologies in research, design, management, production, *Proceedings of all-Russia. Conf. Voronezh: VSTU*, 88-89.
3. Alyoshin, G. V., Kolomyitsev, O. V. (2016). Pavement propose spromo-not Vulich micta. *System osbrone I Viskova techno*, 4(48), 119-122.
4. Yaruta, A. M. (2016). Improvement of the automated traffic management system in cities: dis. ... kand. tech. Science. Kharkiv, 150.
5. Tsarikov, A. A. (2010). Prospects for the development of traffic control systems on the road network of large cities. *Transport and transport-technological systems: materials of International scientific-technical conference, Tyumen: TSOGU*, 324-328.
6. Timofeeva, O. P., Malysheva, E. M., Sokolova, Y. V. (2014). Design of intelligent control system of traffic lights based on neural network. *Modern problems of science and education*. 6. Retrieved from: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=16496>
7. Tarasov, O. V., Kornilov, S. N. (2012). Neural network modeling modes of traffic light objects in order to organize the

movement of traffic flows on the principle of "green wave". *Actual problems of modern science, technology and education: materials 69 inter-region. scientific-technical. conf. - Magnitogorsk: publishing house Magnitogorsk. state tech UN-TA im. G. I. Nosova, 1, 12-14.*

8. Sander, U., Lubbe, N. (2018). The potential of clustering methods to define intersection test scenarios: Assessing real-life performance of AEB. *Preprint version. Final, edited version in Accident Analysis & Prevention (113)*, 1-11.

9. Duccio Piovani, Carlos Molinero, Alan Wilson. (2017). Urban retail location: Insights from percolation theory and spatial interaction modeling. *PLoS One. 12 (10)*.

10. Karasev, D. A. (2007). Ways of classifying the projected intersections. *Development of transport in the Russian regions: problems and prospects: materials vsoros. scientific. MGIU. Kirov, 28-30.*

11. Systematology transport: the Textbook: in 5 vol. (2007). for zag. edited by F. M. Dmitrichenko. Kyiv: Knowledge of Ukraine., - kn. 2: technology of scientific research and technical creativity, 318.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Линник І. Е. Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна

Автор: БАШТИНСЬКА Яна Володимирівна
магістр
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E-mail – vita1975karavan@ukr.net

Автор: ВЕЛИЧКО Владислав Сергійович
студент
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E-mail – veladbusinka17@gmail.com

Автор: КУЛЬБАШНА Надія Іванівна
кандидат технічних наук., старший викладач
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – kulbaka.nadya@yandex.ru
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1551-1500>

APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS OF INTERSECTIONS FOR ENHANCEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE WORK OF TRAFFIC LIGHT OBJECTS

Ya. Bashtinskaya, V. Velichko, N. Kulbashna

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

In the presented article a cluster analysis of intersections that takes into account the conditions of motion and its environment on the choice of systems of traffic-light control, modes and algorithms of work is proposed for the purpose of improving the efficiency of the performance of traffic lights objects. For the classification of regulated intersections, a set of classification characteristics is used: the number of lanes, the gravity potential of the intersection, the presence of stops and public transport lines, the intensity of pedestrian traffic, the number of accidents, the complexity of the regulated intersection.

The results of the classification of regulated crossroads on the selected object are presented – these are regulated crossroads of Gagarin avenu of Kharkiv. A statistical cluster analysis is used to classify regulated crossroads. Based on the methodology, methods of analysis and classification, all regulated crossroads were divided into four classes. Classification functions for a defined class, the analysis of which showed that the weighting classification features are the potential of gravity of the crossroads (the location of infrastructure around), the number of traffic accidents and the complexity of the regulated crossroads, which is determined by the scheme of vehicle disperse, are obtained. Up to the first class crossroads belong less complex ones, to the second one – very complex. It is proposed to take into account such classification when choosing means and algorithms for traffic control.

In further research, variants of neural network training for neurocontrollers can be offered, which will be based not only on one input parameter – the intensity of traffic flows, but also take into account others ones, which are used in cluster analysis. It is envisaged, that the neural network training to control the traffic light object of a simple and very complex crossroads should differ due to the action of different from the point of view of safety factors.

Keywords: intersection, traffic light control, traffic conditions, cluster analysis, control means