

УДК 656.13.08

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РЕЖИМУ ГУЧНОМОВНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПІШОХОДІВ ЗІ СЛАБКИМ ЗОРОМ

Трушевський В.Е.

CALCULATION OF LOUDSPEAKER FOR BLIND PEDESTRIANS PARAMETERS

Trushevski V.

Розглядається спосіб визначення параметрів режиму роботи гучномовного сигнального пристрою для пішоходів зі слабким зором на регульованих пішохідних переходах. Визначено порядок розрахунку коефіцієнту корекції основного такту фази регулювання, що містить пішохідний напрям із гучномовним пристроєм для пішоходів із вадами зору.

Ключові слова: фаза, такт, напрям, проміжок, інтервал, метроном, проїзна частина, цикл, швидкість, пішохід, регулювання, безпека.

Постановка проблеми. За даними Управління безпеки дорожнього руху МВС України [1] протягом 2016-го року в Україні сталося 8605 дорожньо-транспортних пригод (ДТП) за участю пішоходів (33% від загальної кількості ДТП з постраждалими), у яких 1163 особи загинули та 8108 - травмовано. З вини пішоходів сталося 1289 ДТП, що ставить 15% від усіх пригод за участю пішоходів.

У статті [2] зазначається, що, відповідно до встановленої правилами дорожнього руху [3] та державним стандартом [4] структури світлофорного режиму для пішохідних напрямів регулювання, тривалості такту червоного сигналу, що відводиться на залишення пішоходами проїзної частини, недостатньо для забезпечення безпеки руху навіть для пішоходів, що пересуваються з нормативною швидкістю 1,3 м/с. Такого висновку доходять і у статті [5], визначаючи графічно межі безпечного інтервалу залежно від ширини проїзної частини. При цьому слід зауважити, що наведений у [5] розрахунок засновано на припущенні про початок залишення пішоходами проїзної частини на зелений миготливий, а не на червоний сигнал пішохідного світлофора.

У стандарті [4] йдеться: на пішохідних переходах, якими регулярно користуються сліпі,

окрім світлофорної сигналізації можна застосовувати звукову сигналізацію, що працює в узгодженому режимі з пішохідними світлофорами.

У статті [6] стверджується, що ускладнення структури світлофорних циклів та необхідність координації режимів регулювання сусідніх перехресть призводить до зниження рівня безпеки руху пішоходів зі слабким зором у випадках, коли не застосовуються додаткові заходи або технічні засоби організації дорожнього руху.

Мета роботи Пропонується розробити такий підхід до визначення режиму роботи гучномовного сигнального пристрою, аби його сигнали гарантували максимальний ступінь інформаційного забезпечення пішоходів зі слабким зором та узгодження з режимом роботи пішохідного світлофора.

Основна частина. При визначенні режиму роботи гучномовного пристрою за основу беруться значення тривалостей часових інтервалів пішохідного напрямку регулювання, разом із світлофором якого буде функціонувати гучномовний пристрій, що розглядається.

Мінімальний часовий проміжок $t_{[i,j]}$ – це елемент матриці конфліктів T , що дорівнює мінімальному часу, який проходить від ввімкнення зеленого миготливого сигналу за напрямом i до початку дозволяючого сигналу за конфліктним напрямом j [5].

Визначення тривалості мінімального проміжку для пішоходів базується на вимогах Правил дорожнього руху України [3], де у п. 4.9 йдеться: «У місцях, де рух регулюється, пішоходи повинні керуватися сигналами регулювальника або світлофора. У таких місцях пішоходи, які не встигли закінчити перехід проїзної частини дороги одного напрямку, повинні перебувати на острові безпеки або лінії, що розділяє транспортні потоки

протилежних напрямків, а у разі їх відсутності - на середині проїзної частини і можуть продовжити перехід лише тоді, коли це буде дозволено відповідним сигналом світлофора чи регулювальника та переконаються в безпеці подальшого руху».

Отже, мінімальний часовий проміжок для пішохідного напрямку визначається за формулою:

$$t_{\min} = \frac{b}{V_n}, \quad (1)$$

де b - максимальна відстань, яку слід пройти пішоходам по проїзній частині, аби досягти тротуару, острівця безпеки чи лінії, що розділяє транспортні потоки протилежних, м;

V_n - швидкість руху пішохода, м/с (1,3 м/с [4]).

Отримане значення округлюється в більший бік до цілого числа. Відповідно ДСТУ 4092-2002 [4], воно повинно бути в діапазоні від 6 до 8с. У випадку, якщо розраховане значення виходить з діапазону в більший бік, рекомендується застосування пішохідного табло зворотного відліку часу.

Мінімальний часовий проміжок для пішохідного напрямку з урахуванням руху пішоходів зі слабким зором визначається на основі зменшеної швидкості руху пішохода:

$$t'_{\min} = \frac{b}{V'_n}, \quad (2)$$

де V'_n - швидкість руху пішохода зі слабким зором, м/с.

Оскільки швидкість руху пішоходів з вадами зору нижча, ніж в інших пішоходів, то як мінімальний часовий проміжок для таких пішоходів, так і мінімальна тривалість часу, що відводиться на перехід проїзної частини, будуть більшими. Оскільки межі інтервалу часу, що відводиться на перехід для пішоходів з вадами зору, визначаються параметрами циклу світлофорного об'єкта, то з метою узгодження моментів початку і завершення руху пішоходів зі слабким зором через проїзну частину слід провести корекцію основних тактів регулювання.

Корекція проводиться не лише з метою приведення тривалостей дозволяючих світлофорного та гучномовного сигналів у відповідність, але й для пропорційного збільшення інших основних тактів регулювання, аби не порушити пропорційність тривалостей ефективного часу та ступенів насичення рухом перерізів стоп-ліній напрямів регулювання.

За методикою, викладеною у статті [5], корекція основних тактів на пішохідний мінімум проводиться шляхом визначення коефіцієнтів корекції для кожного пішохідного напрямку у кожній фазі регулювання:

$$k = \frac{\frac{B}{V_n} + 5 - t_{\min}}{t_{om}}, \quad (3)$$

де B - ширина проїзної частини, м;

t_{om} - розрахункове значення тривалості основного такту регулювання даної фази, визначене за методикою [7,8], с.

Необхідно визначити спосіб розрахунку коефіцієнту корекції основного такту регулювання для фази, до якої включено пішохідний напрям, разом з яким застосовується гучномовний пристрій для пішоходів зі слабким зором.

Оскільки, відповідно [4], режими роботи гучномовного пристрою та пішохідного світлофора повинні бути узгоджені, а початок першої фонограми збігається з початком дозволяючого сигналу для пішоходів, а, значить, і основного такту регулювання, то можна стверджувати, що скоригована тривалість фази, до якої включено пішохідний напрям регулювання \ddot{t}_{niu} повинна дорівнювати часу, що необхідний для перетину проїзної частини пішоходами зі слабким зором t'_{niu} .

$$\ddot{t}_{niu} = t'_{niu}. \quad (4)$$

Оскільки фаза складається з основного такту та перехідного інтервалу, то

$$\ddot{t}_{niu} = \ddot{t}_{om} + t_{\min}, \quad (5)$$

де \ddot{t}_{om} - скоригована тривалість основного такту фази регулювання, до якої включено пішохідний напрям з гучномовним пристроєм, с.

Гучномовний пристрій підключається до електричних клем пішохідного світлофора та працює за певним алгоритмом.

З моменту ввімкнення зеленого сигналу пішохідного світлофора послідовно запускаються фонограми «Перехід через вулицю (проспект, бульвар) ... дозволено»; метроном, що поволі прискорюється; «Перехід через вулицю (проспект, бульвар) ... завершується». Їх тривалості відповідно складають t'_{nd} , t'_m , t'_{nz} .

Після цього оголошення вмикається метроном в постійному прискореному темпі з подвійним ударом.

Під час миготіння зеленого пішохідного сигналу за циклограмою гучномовець видає переривчасті одотонні сигнали, останній з яких є довгим.

В момент ввімкнення червоного пішохідного сигналу лунає оголошення «Заборонено перехід через вулицю (проспект, бульвар) ...».

Час, необхідний для перетину проїзної частини пішоходами зі слабким зором визначається за формулою:

$$t'_{niu} = \frac{B}{V'_n} + t'_{min} + t'_{nd}, \tag{6}$$

де t'_{nd} – тривалість оголошення гучномовного пристрою «Перехід через вулицю ... дозволено», с.

Підставивши (5) та (6) до (4), отримуємо:

$$\ddot{t}_{om} + t_{min} = \frac{B}{V'_n} + t'_{min} + t'_{nd}. \tag{7}$$

Розв'язуємо це рівняння відносно \ddot{t}_{om} :

$$\ddot{t}_{om} = \frac{B}{V'_n} + t'_{min} + t'_{nd} - t_{min}. \tag{8}$$

Аналогічно до (3), коефіцієнт корекції визначається, як $k' = \frac{\ddot{t}_{om}}{t_{om}}$, з чого можна вивести остаточну формулу для корекції основних тактів фаз, до яких включено пішохідні напрямки з гучномовними пристроями:

$$k' = \frac{\frac{B}{V'_n} + t'_{min} + t'_{nd} - t_{min}}{t_{om}}. \tag{9}$$

Мінімальна тривалість дозволяючого звукового сигналу для пішоходів зі слабким зором визначається за формулою:

$$t'_m = t'_{niu} - t'_{min} - t'_{nd} - t'_{nz}, \tag{10}$$

де t'_{nz} – тривалість оголошення гучномовного пристрою «Перехід через вулицю ... завершується», с.

Режим роботи гучномовного пристрою зручно зображувати на циклограмі світлофорного

регулювання, як окремий напрям. При цьому використовуються спеціальні умовні позначення для всіх фонограм (табл.). Приклад циклограми зі суміщеними режимами напрямів світлофорного регулювання та інтервалами фонограм гучномовного пристрою наведено на рис. Умовні позначення світлофорних сигналів виконано за державним стандартом [9].

Таблиця

Умовне позначення фонограм гучномовного пристрою на циклограмі світлофорного регулювання

Фонограма	Умовне позначення на циклограмі
Перехід через вулицю ... дозволено	
Перехід через вулицю ... завершується	
Забороно перехід через вулицю ...	
Метроном	
Подвійний метроном	
Переривчастий сигнал	
Тиша	

Висновки та пропозиції. Для узгодження режиму роботи гучномовного пристрою для пішоходів зі слабким зором із режимом світлофорного об'єкту необхідно визначити коефіцієнти корекції основних тактів фаз регулювання, до яких включені пішохідні напрямки, паралельно з якими планується функціонування гучномовних пристроїв. Проведення корекції забезпечує безпеку дорожнього руху, в першу чергу, для пішоходів з вадами зору та зберігає оптимальне з точки зору мінімізації транспортних затримок співвідношення між ефективним часом для різних напрямів регулювання у світлофорному циклі. Крім того, наявність кількох фонограм для гучномовного пристрою підвищує рівень інформаційного забезпечення пішоходів із вадами зору.

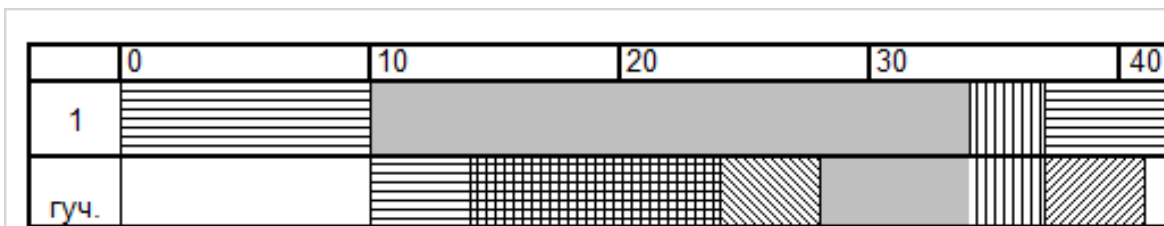


Рис. Фрагмент циклограми світлофорного регулювання із зображенням режиму роботи гучномовного пристрою

Література

1. Сайт Управління безпеки дорожнього руху МВС України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sai.gov.ua>.
2. Капский, Д. Рекомендации по разработке режимов светофорного регулирования на пешеходных переходах [Електронний ресурс] / Капский, Д., Кот Е. - Режим доступа : \www/ URL: http://www.tsi.lv/Transport-and-Telecommunication/V73_en/art09.pdf.
3. Правила дорожнього руху України: офіц. текст. – Введ. 2001–10–10. – К.: Моноліт, 2017. – 57 с
4. Державний стандарт України ДСТУ 4092–2002 "Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки". – Введ. 2002–06–03. – К.: Держстандарт України, 2002. – 27 с.
5. Трушевський В. Е. Особливості корекції елементів циклу світлофорного регулювання з метою гарантування безпеки руху пішоходів / В. Е. Трушевський, С. В. Грицай. // Автошляховик України. – 2014. – № 5. – С. 20–22.
6. Barlow J. M. Blind pedestrians and the changing technology and geometry of signalized intersections / J. M. Barlow, B. L. Bentzen, T. Bond: Safety, orientation, and independence //Journal of visual impairment & blindness. – 2005. – Т. 99. – №. 10. – С. EJ720652.
7. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения. Учебник для вузов / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.
8. Левашев А. Г. Проектирование регулируемых пересечений: Учеб. пособие / А. Г. Левашев, А. Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 208 с.
9. Державний стандарт України ДСТУ 4159–2003 "Безпека дорожнього руху. Організація дорожнього руху. Умовні позначення на схемах і планах". – Введ. 2004–07–01. – К.: Держстандарт України, 2004. – 14 с.

References

1. Sayt Upravlinnya bezpeky dorozhn'oho rukhu MVS Ukrayiny [Road safety department of the Ministry of Police] [Virtual Resource]. – Available at: <http://www.sai.gov.ua>.
2. Kapskyu, D. Rekomendatsyyu po razrobotke rezhymov svetofornoho rehulyrovannya na peshekhodnykh perekhodakh [Recommendations for the development of traffic light regulation at pedestrian crossings] [Virtual Resource] / Kapskyu, D., Kot E. - Available at: \www/ URL: http://www.tsi.lv/Transport-and-Telecommunication/V73_en/art09.pdf.
3. Pravyła dorozhn'oho rukhu Ukrayiny: ofits. Tekst [Ukrainian road traffic rules]. – Kyiv.: Monolit, 2017. – 57 p.
4. Derzhavnyy standart Ukrayiny DSTU 4092–2002 "Svitlofory dorozhni. Zahal'ni tekhnichni vymohy, pravyla zastosovuvannya ta vymohy bezpeky" [State Standard 4092–2002 Traffic lights road. General technical requirements. application rules and safety requirements]. – Kyiv.: Derzhstandart Ukrayiny, 2002. – 27 p.
5. Trushevs'kyu V. E. Osoblyvosti korektsiyi elementiv tsykladu svitlofornoho rehulyrovannya z metoyu harantuvannya bezpeky rukhu pishokhodiv [Features of the correction of the elements of the light-signal regulation cycle for the purpose of guaranteeing the safety of pedestrians] / V. E. Trushevs'kyu, S. V. Hrytsay. // Avtoshlyakhovyk Ukrayiny. – 2014. – № 5. – P. 20–22.

6. Barlow J. M. Blind pedestrians and the changing technology and geometry of signalized intersections / J. M. Barlow, B. L. Bentzen, T. Bond: Safety, orientation, and independence //Journal of visual impairment & blindness. – 2005. – Т. 99. – №. 10. – S. EJ720652.
7. Kremenets YU. A. Tekhnicheskiye sredstva orhanyzatsyy dorozhnoho dvyzhenyya. Uchebnyk dlya vuzov [Technical means for organizing traffic] / YU. A. Kremenets, M. P. Pecherskyu, M. B. Afanas'ev. – Moscow: YKTS «Akademknyha», 2005. – 279 p.
8. Levashev A. H. Proektyrovanye rehulyruemykh peresechenyy: Ucheb. Posobyey [Designing adjustable intersections] / A. H. Levashev, A. YU. Mykhaylov, Y. M. Holovnykh. – Yrkt-sk: Yzd-vo YrHTU, 2007. – 208 p.
9. Derzhavnyy standart Ukrayiny DSTU 4159–2003 "Bezpeka dorozhn'oho rukhu. Orhanizatsiya dorozhn'oho rukhu. Umovni poznachennya na skhemakh i planakh" [State Standard 4159–2003 Road safety. Organization of traffic. Symbols on schemes and plans]. – Kyiv.: Derzhstandart Ukrayiny, 2004. – 14 p.

Трушевський В.Э. Расчет параметров режима громкоговорящего устройства для пешеходов слабовидящих

Рассматривается способ определения параметров режима работы громкоговорящего сигнального устройства для пешеходов со слабым зрением на регулируемых пешеходных переходах. Определён порядок расчета коэффициента коррекции основного такта фазы регулирования, содержащего пешеходное направление с громкоговорящим устройством для пешеходов со слабым зрением.

Ключевые слова: фаза, такт, направление, промежуток, интервал, метроном, проезжая часть, цикл, скорость, пешеход, регулирования, безопасность.

Trushevski V. Calculation of loudspeaker for blind pedestrians parameters

A method for calculating the operating parameters of a loudspeaker for blind pedestrians is observed. The device operates on controlled pedestrian crossings parallel to the traffic light for pedestrians. Since the speed of the movement of blind pedestrians at the pedestrian crossing is less than the speed set for pedestrians in the state standard, the parameters of the traffic light cycle can be changed for using the loudspeaker. For a signal permitting the movement for blind pedestrians, the minimum period of time is taken into account on the basis of their speed of movement. Then, the correction of the duration of the main phase clock, in which the pedestrian direction is switched on, as well as the traffic light, on which the loudspeaker for blind pedestrians operates, is performed. It is proposed that the mode of the loudspeaker operation should be shown on the same graph, with the mode of the traffic light object when using special notations for phonograms of the loudspeaker.

Keywords: phase, cycle, direction, interval, interval, metronome, carriageway, cycle, speed, pedestrian, regulation, safety.

Вячеслав Едуардович Трушевський, к.т.н., доцент кафедри «Транспортні технології» Запорізького національного технічного університету, м. Запоріжжя. aspirezp@gmail.com

Рецензент: д.т.н., проф. **Смолий В.М.**