

Откуда  $\varphi_3 = \arccos \varphi_3$ .

Дифференцируя уравнение (1) по углу поворота кривошипа, находим скорость ползуна 3, а дифференцируя его дважды, ускорение  $a$  ползуна 3 ударного механизма.

Продифференцировав уравнение  $X_c$ , получаем скорость ползуна 3

$$\dot{x}_c = l_1 \sin \varphi_1 \cdot \dot{\varphi}_1 + \frac{l_1 \cos \varphi_1 (\lambda \sin \varphi_1 - k)}{\sqrt{1 - (\lambda \sin \varphi_1 - k)^2}} \cdot \dot{\varphi}_1 \quad (13)$$

Для  $Y_D$  дополнительного ползуна 5 имеем

$$\dot{y}_D = \frac{l_1 x_c^1 - 4x_c \dot{x}_c}{\sqrt{l_3^2 - EC^2}} \quad (14)$$

Найдем, используя выражение (6), квадратное уравнение

$$EC^2 = l_1^2 (1 - \cos \varphi_1)^2 - 2l_1 (1 - \cos \varphi_1) \cdot l_2 \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi_1} + l_2^2 (1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi_1) = l_1^2 (1 - 2 \cos \varphi_1 + \cos^2 \varphi_1) - 2l_1 (1 - \cos \varphi_1) \cdot l_2 \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi_1} + l_2^2 - l_2^2 \lambda^2 \sin^2 \varphi_1 \quad (15)$$

Далее рассмотрим  $Y_D$ , имеем следующее

$$Y_D^2 = l_3^2 - \left( l_1 - l_1 - \cos \varphi_1 - l_2 \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi_1} \right) \quad (16)$$

**Вывод:** Преимуществом данного ударного механизма является максимальное использование силы в точке Д ( $Y_D$ ), а также математическое обоснование геометрических параметров работы механизма.

#### Список литературы

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов / И.И. Артоболевский - М.: Наука, 1965. - 776 с.
2. Алмаматов М.З. Научно-методические основы создания прессов с механизмами переменной структуры / М.З. Алмаматов Бишкек, 2005. - 302 с.
3. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов: учеб. пособие / Л.Т. Дворников. - Новокузнецк: СИБГГМА, 1994. - 102 с.
4. Тарг С.М. Курс теоретической механики: Учебник для вузов / С.М. Тарг. - М.: Высшая школа, 2002. - 416 с.
5. Фролова К.В. Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов / К.В. Фролова, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; Под ред. К.В. Фролова. - М.: Высш. школа, 2008. - 496 с.
6. Яблонский А.А. Курс теоретической механики: Статика. Кинематика. Динамика. Учебное пособие для технических вузов. / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова - СПб.: Лань, 2001. - 764 с.

УДК 656.073.73:656.143

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ СРЕДНЕЙ ЗАДЕРЖКИ ТРАНСПОРТНОГО И ПЕШЕХОДНОГО ПОТОКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕШЕХОДНЫХ ВЫЗЫВНЫХ УСТРОЙСТВ (ПВУ)

*Торобеков Б.Т., к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: bekjan2003@mail.ru*

*Охотников В.И., преп. каф. «ОПиБД» КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: okhotnikov2@mail.ru*

*Лучихин М., ст. гр. ОБДз-1-10 КГТУ им. И. Раззакова*

*Журавлев С. ст. гр. ОБДз-1-11 КГТУ им. И. Раззакова*

В статье описывается применение в некоторых случаях численного моделирования задержек транспортных средств и пешеходов в широком диапазоне интенсивности движения для определения области эффективного использования пешеходных переходов с пешеходными вызывными устройствами (ПВУ).

Определение условий эффективного применения ПВУ с использованием показателя задержки транспортных средств позволяет одновременно находить оптимум сразу по нескольким критериям эффективности организационных мероприятий дорожного движения.

**Ключевые слова:** пешеходные вызывные устройства, моделирование, магистраль, пешеходный переход, сигнал, фаза светофора, светофонная сигнализация.

## **MODELING AVERAGE DELAY TRAFFIC AND PEDESTRIAN FLOWS THE USE OF PEDESTRIAN RINGER (PR)**

*Torobekov B.T., Ph.D., associate professor, KSTU. I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044 Bishkek, Mira 66, e-mail: Bekjan2003@mail.ru*

*Okhotnikov V.I., dep. "OPiBD" KSTU. I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044 Bishkek, Mira 66, e-mail: Okhotnikov2@mail.ru*

*Luchikhin M.st. OBDz-1-10 KSTU. I.Razzakova*

*Zhuravlev S.st. OBDz-1-11 KSTU. I.Razzakova*

The article describes the use of certain applications of numerical simulation of the delay of vehicles and pedestrians in a wide range of traffic volumes to determine the effective use crosswalks with pedestrian ringer (PR).

Determination of conditions for the effective use of the PR using the delay indicator vehicles at the same time allows to find the optimum on several criteria of efficiency of organizational measures traffic.

**Keywords:** hiking Ring device, modeling, highway, pedestrian crossing, signal, traffic light phase, traffic light alarm.

**Введение.** В местах пересечения магистралей с местными проездами и пешеходными переходами иногда устанавливаются вызывные устройства, которые предназначены для перекрытия движения по магистрали на время проезда единичных транспортных средств по второстепенной дороге либо перехода пешеходами проезжей части [1].

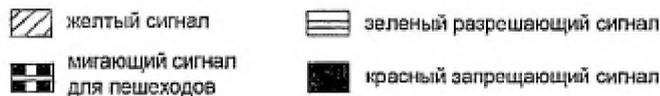
Устройства вызывного действия могут применяться и для пешеходов в местах, где их движение носит эпизодический характер (например, на пешеходных переходах, расположенных возле школ, детских учреждений и т. п.). На таких пешеходных переходах устанавливают кнопочный датчик, с помощью которого сами пешеходы включают для себя зеленый, а для транспортных средств - красный сигнал. Применение пешеходных вызывных устройств (ПВУ) существенно повышает безопасность движения пешеходов и способствует сокращению задержек транспортных средств [2].

Анализ специальной литературы и периодики показал, что для переходов с ПВУ используются несколько моделей, основные положения которых рассмотрены ниже.

**Метод Данна и Претти** [3]. В основу работы регулируемого пешеходного перехода с вызывным устройством типа Pelican (Великобритания) заложено применение транспортной телематики (интеллектуальных транспортных систем), следовательно, производится детекция наличия пешеходов на переходе. Соответственно зеленый сигнал для пешеходов отключается только после того, как зону детекции покидает последний из находившихся на переходе пешеходов. Схема режима светофорной сигнализации на переходах такого типа представлена на рис. 1.



Рис.1.Обобщенное представление режима регулирования на пешеходном переходеPelican:



Авторы предложили следующие выражения для расчета средней задержки пешеходов  $d$  (с):

- при ширине проезжей части 7,5 м (две полосы движения):

$$d = \frac{(g+10)^2}{2(g+15)} \quad (1)$$

при ширине проезжей части 15 м (четыре полосы движения):

$$d = \frac{(g+15)^2}{2(g+20)}, \quad (2)$$

где  $g$  — длительность зеленого сигнала для транспортных средств, с.

Выражения в знаменателе обеих формул (1) и (2) представляют собой длительность цикла регулирования при полном подчинении пешеходов светофорной сигнализации (т.е. пешеходы не пересекают проезжую часть на красный сигнал).

**Метод Гриффита** [3]. Данный метод основан на исследованиях в области моделирования работы пешеходного перехода типа «Pelican» шириной проезжей части до 10 м. Расчет общей задержки пешеходов  $d_p$  для дороги с двумя полосами движения (с) при интенсивности движения транспортных средств ниже 1 500 авт./ч производится по формуле:

$$d_p = \left( \frac{60}{11} - \frac{4v}{1100} \right) + \left( \frac{v}{1100} - \frac{4}{11} \right) \frac{d_t}{\mu y_2}, \quad (3)$$

где  $V$  — интенсивность движения транспортных средств, авт./ч;

$d_t$  — эффективная длительность зеленого сигнала, с;

$\mu$  — интенсивность движения пешеходов, чел./ч;

$y_2$  — средняя длительность цикла регулирования, с.

При интенсивности движения транспортных средств свыше 1 500 авт./ч общая задержка пешеходов определяется как:

$$d_p = \frac{d_t}{\mu y_2} \quad (4)$$

Однако, в связи с тем, что в вышеперечисленных методах и соответствующих выражениях (1)-(4) принимается постоянная длительность зеленого сигнала для транспорта, ни одна из моделей не позволяет учитывать влияние интенсивности движения на продолжительность цикла регулирования, что влияет на задержки транспортных средств.

Таким образом, существует необходимость обоснования режимов регулирования для пешеходных переходов с ПВУ, которые позволяют максимально снизить задержки транспортных средств и могут применяться при определенных значениях интенсивности движения вместо нерегулируемых переходов [4]. В этой связи предлагается использовать режимы регулирования (рис. 2.) с задаваемыми:

- постоянной длительностью зеленого сигнала для пешеходов;

- минимальными допустимыми значениями длительности цикла регулирования и зеленого сигнала для транспортных средств  $t_a$

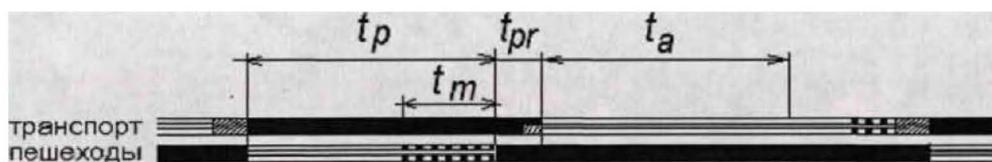


Рис. 2. Предлагаемый режим светофорного регулирования для пешеходных переходов с ПВУ:  $t_p$  - пешеходный такт;  $t_{pr}$  - переходный интервал; ( $t_a$  - зеленый сигнал для транспорта минимальной длительности;  $t_m$  - период включения зеленого мигающего сигнала для пешеходов).

Для режима регулирования, представленного на рис. 2, предлагается разработать модель оценки средней задержки пешеходов на пешеходном переходе с ПВУ, на основе принятия следующих условий:

- рассматривается изолированный (прибытие автомобилей представляет случайный процесс) пешеходный переход на перегоне улицы;
- длительность разрешающего сигнала для пешеходов является фиксированной и определяется расчетом;
- длительность цикла регулирования и зеленого сигнала для транспорта являются случайными величинами, т.е. рассматриваются как функции интенсивности движения пешеходов, но при этом зелёный сигнал для транспортных средств не может быть меньше некоторого минимального значения;
- прибытие пешеходов рассматривается как пуассоновский процесс и предполагается, что распределение интервалов в пешеходном потоке подчиняется показательному закону.

В соответствии с изложенными выше условиями, цикл регулирования ПВУ можно разделить на три интервала  $t_1 t_2 t_3$  (рис. 3), при прибытии в которые пешеходы получают разные величины задержек. Тогда среднюю задержку пешеходов можно определять, как сумму средних задержек, возникающих при прибытии пешеходов в каждом из интервалов, умноженных на соответствующие вероятности возникновения этих задержек (т.е. вероятности прибытия пешехода в интервалы  $t_1 t_2 t_3$ ).

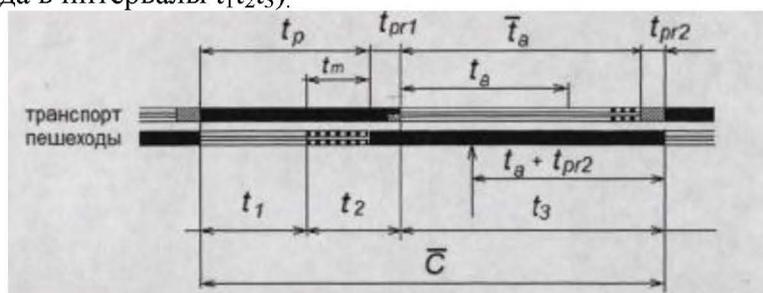


Рис. 3. Структура цикла режимов регулирования на переходах с ПВУ:  $C$  - средняя длительность цикла регулирования,  $c$ ;  $t_{pr}$  - переходный интервал между разрешающими сигналами  $t_p$  и  $t_a$ ;  $t_{pr2}$  - переходной интервал;  $t_p$  - зеленый сигнал для транспорта минимальной длительности;  $t_a$  - средняя длительность зеленого сигнала для транспорта;  $t_1$  - интервал времени, в котором появление заявки не приводит к изменению длительности цикла;  $t_2 t_3$  - интервалы времени, в которых поступающая заявка уменьшает длительность цикла (сокращает разрешающий сигнал для транспорта)

Параметры цикла регулирования пешеходных потоков при использовании ПВУ будут рассчитываться так же, как и для жесткого режимарегулирования. Вызов пешеходной фазы может быть реализован только по истечении минимального зеленого времени для транспортных средств (рис. 3.).

Средняя величина задержки пешеходов  $d_{ped}$  может оцениваться как:

$$d_{ped} = d_1 p_1 + d_2 p_2 + d_3 p_3, \quad (5)$$

где  $d_{123}$  -задержка пешеходов при прибытии в интервалы времени  $t_1 t_2 t_3$ , с;

$P_{123}$ - вероятность прибытия пешехода в интервалы времени  $t_1 t_2 t_3$

Появление любого пешехода в потоке у края проезжей части есть случайное событие. Пешеходный поток можно рассматривать как последовательность таких событий со случайными интервалами времени между ними. Вероятность  $P(t)$  наступления событий за интервал времени  $t$  выражается законом распределения случайной величины Пуассона[5].

Согласно закону распределения Пуассона, дискретная случайная величина  $X$  принимает значения  $0, 1, 2, m, \dots$  с вероятностями наблюдения событий за интервалы  $X$ :

$$P(X = m) = \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!}, \quad (6)$$

где  $\lambda$  — среднее значение;  $e = 2,718\dots$  - основание натурального логарифма;  $m = 0, 1, 2, \dots$

Рассмотрим последовательно интервалы, возникающие при этом задержки пешеходов и вероятность появления заявок  $P_{123}$

**Событие 1** - пешеход прибывает в период горения разрешающего сигнала  $t_1$ , задержка при этом отсутствует ( $d_1=0$ ). Вероятность прибытия хотя бы одной заявки в интервал  $t_1$  составляет:

$$P_1 = \lambda t_1 e^{-\lambda t_1}, \quad (7)$$

где  $\lambda t_1$  — среднее количество пешеходов.

**Событие 2** — пешеход прибывает в момент горения зеленого мигающего сигнала  $t_2$ . Длительности мигающего сигнала недостаточно для перехода проезжей части, поступает заявка на включение зеленого сигнала для пешеходов. Получаем длительность цикла с минимальной допустимой длительность зеленого сигнала для транспортных средств. Задержка складывается из длительностей минимального зеленого времени для транспорта  $t_a$ , переходного интервала  $t_{pr2}$ , половины суммы длительностей мигающего зеленого сигнала  $t_m$  и переходного интервала  $t_{pr1}$ :

$$d_2 = \frac{(t_m + t_{pr1})}{2} + t_a + t_{pr2}. \quad (8)$$

Практика показывает, что поведение водителя и пешехода в течение мигающего зеленого сигнала и переходного интервала для разных ситуаций неодинаково. Местные особенности соблюдения правил дорожного движения в различных городах влияют на степень использования водителями и пешеходами этих интервалов, поэтому для расчёта задержки принимается половина суммы длительностей мигающего зеленого сигнала  $t_m$  и переходного интервала  $t_{pr1}$  (т.е. средняя от их суммарной длительности).

Вероятность прибытия хотя бы одной заявки в интервал  $t_2$ :

$$P_2 = \lambda t_2 e^{-\lambda t_2}. \quad (9)$$

**Событие 3** — пешеход прибывает в период горения зеленого сигнала для транспорта  $t_3$ . Поступающая заявка на включение зеленого сигнала для пешеходов обслуживается с задержкой  $t_a + t_{pr2}$ .

Для оценки вероятности прибытия хотя бы одной заявки в интервал  $t_3$  это событие можно рассматривать как дополняющее события  $P_1$  и  $P_2$ :

$$P_3 = 1 - (P_1 + P_2) = 1 - (\lambda t_1 e^{-\lambda t_1} + \lambda t_2 e^{-\lambda t_2}). \quad (10)$$

С учетом формул (7) — (10), предлагаемая модель оценки средней задержки пешеходов на переходе с ПВУ приобретает следующий вид:

$$d_{ped} = \frac{1}{2} (t_m + t_{pr1}) \lambda t_2 e^{-\lambda t_2} + (t_a + t_{pr2}) (1 - \lambda t_1 e^{-\lambda t_1}). \quad (11)$$

**Заключение.** Предложенная модель расчета средней задержки пешеходов на переходе с ПВУ предполагает, что пешеходы прибывают к переходу в соответствии с распределением Пуассона. В дальнейшем предполагается проверить эту гипотезу на основе выполнения экспериментальных исследований: оценки процесса прибытия пешеходов к переходу с использованием видеосъемки.

#### Список литературы

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения / Г.И. Клинковштейн М. 2001. – 247с.
2. Правила движения по улицам и дорогам Союза ССР// Научно-техническое издательство Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР. – М.:1962. – 124 с.
3. Шештокас В.В. *Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах*/ В.В. Шештокас., Д.С. Самойлов. - М.: Транспорт, 1987. – 207с.
4. Халмурзаев А.Х. Условия применения переменных схем организации движения на регулируемых перекрестках городских магистралей/ А.Х Халмурзаев Ташкент.: -1986. – 19с.

УДК 679.736.7:621.86.065

### ОБЗОР И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ НАТЯЖЕНИЯ СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ

*Шамсутдинов Марат Мубаракшаевич, д.т.н., проф. КРСУ им. Б. Ельцина, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек*

*Таштанбаева Венера Орозбековна, аспирант КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: tashtanbaeva.venera@mail.ru*

Диагностика стальных канатов шахтных (лифтовых) подъемных установок представляет собой комплекс программ, планов и мероприятий, направленный на безопасность работы шахтных (лифтовых) подъемных установок.

В статье рассматриваются причины разрыва стальных канатов шахтных (лифтовых) подъемных установок. Дается обзор методов определения натяжения каната во время рабочего состояния шахтных (лифтовых) подъемных установок. А также проведен анализ средств, используемых для контроля натяжения стальных канатов. Из анализа сделаны выводы, что на данный момент нет надежных автоматизированных систем контроля натяжения канатов в процессе эксплуатации подъемных установок.

**Ключевые слова:** подъемные установки, стальные канаты, натяжение, напуск каната, анализ, контроль, датчик, безопасность.

### REVIEW AND ANALYSIS OF MODERN MEANS OF CONTROL TENSION STEEL ROPES

*Shamsutdinov Marat Mubarakshaevich, PhD (Engineering), Professor KRSU named after B.Elsina, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city.*

*Tashtanbaeva Venera Orozbekovna, graduate student KSTU named after I.Razzakov. Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, Mira st. 66, e-mail: tashtanbaeva.venera@mail.ru*

Diagnostics of steel ropes mine lifting equipment is a set of programs, plans and activities aimed at the safety of the mine lifting equipment.

The article discusses the reasons for the gap of steel ropes mine (elevators) lifting equipment. A review of methods for determining the tension of the rope during the operating state