

АЛГОРИТЪМ ЗА ОПТИМИЗАЦИЯ НА ФАЗИТЕ И ЦИКЪЛА НА СВЕТЛИННО РЕГУЛИРАНИ КРЪСТОВИЩА ПРИ ПРОМЯНА НА ПАРАМЕТРИТЕ, ОПРЕДЕЛЯЩИ ТЯХНАТА ПРОДЪЛЖИТЕЛНОСТ

ДУРХАН САЛИЕВ

Технически университет – София, България
durhan_saliev@tu-sofia.bg

Резюме:

В доклада се представя алгоритъм за оптимизация на фазите и цикъла на светофарни уредби в зависимост от параметрите на транспортните потоци.

Ключови думи: транспортни потоци, интензивност, време за чакане на кръстовище, оптимизиране на времето на фазите на светофарния цикъл

1. Увод

Въвеждането на светофарно регулиране премахва конфликтните точки, което способства за повишаване безопасността на движение. Наред с това се появяват задръжки на всички потоци, намаляването, на които не може да бъде преодоляно с използваните светофари с твърд режим на управление [1]. Такива са масово използваните светофарни уредби в България.

2. Предпоставки и начини за разрешаване на проблема

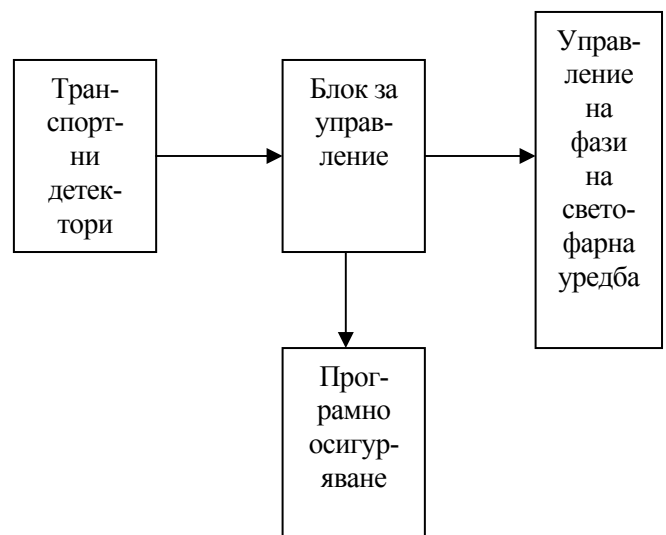
Светофарните уредби могат да бъдат с твърд и гъвкав режим на управление. Светофарните уредби с твърд режим на управление не отразяват изменението в големината и направлението на транспортните потоци по часове от денонощието и дни от седмицата, което обуславя създаването на опашки от чакащи автомобили в случай на увеличаване големината на транспортните потоци или не използване на пропускателната способност на направленията, в които транспортните потоци са малки. Съществуват светофарни уредби с възможност за промяна на цикъла и фазите в зависимост от часовете на денонощието и дни от седмицата, но без да отчитат реалната ситуация на входовете на кръстовището.

Автоматизираните системи за управление на автомобилното движение позволяват намаляване на задръжките, съответно на времето за чакане на кръстовищата, повишават пропускателната способност и намаляват вредните въздействия от транспорта върху околната среда.

Работата на автоматизираните системи за управление на автомобилното движение се основава на непрекъснато получаване на

информация за параметрите на транспортните потоци от транспортни детектори или видео наблюдение.

В Технически университет – София е разработена светофарна уредба, позволяваща изменението на фазите и цикъла в реално време. Адаптивното управление на такава светофарна уредба изисква наличието на елементите показани на фиг. 1.



Фиг. 1 Елементи на автоматизирана система за управление на автомобилното движение

В основата на програмното осигуряване за адаптивно управление на светофарите стоят алгоритмите за изчисляване на фазите според критерия за оптимизация.

Оптимизацията на фазите на светофарна уредба с две фази е решена в [2].

Цел на работата е да се разработи алгоритъм за адаптивно управление на светофарна уредба с четири фази на база информация за интензивността на транспортните потоци.

При разработване на алгоритъма е използван критерий за оптимизация – минимално общо време за чакане на кръстовището при следните ограничителни условия:

- определена продължителност на цикъла;
- минимална продължителност на зеления сигнал;
- зададена продължителност на междинните времена.

3. Резултати и дискусия

Изчисляването на общо време за чакане на кръстовището се извършва за всички възможни комбинации на зелен сигнал към потоците. Комбинациите на времената за зелен сигнал (t_3) с наредба и повторение през една секунда при време за цикъл ($T_{\text{ц}} = 120$ секунди и пропускане на потоците в четири фази са около 72 милиона, а с ограничителните условия комбинациите са около 780 хиляди.

Този голям брой комбинации, които трябва да се изчисляват от блока за управление изисква значително време, което няма да позволи управление на светофара в реално време.

За намаляване броя на пресмятанятия в разработеният алгоритъм изчисленията се провеждат на два етапа:

I етап – комбинациите от зелени сигнали се променят със стъпка 10 секунди. За всяка възможна комбинация се определя сумарното време за чакане и се избира тази комбинация от зелени сигнали, при която сумата е минимална. При продължителност на цикъла 120 секунди общия брой на възможните комбинации е около 165.

II етап – комбинациите се променят със стъпка 2 секунди, но в интервали около комбинацията от зелените сигнали избрана в I етап. Избира се за оптимално разпределение на зелените сигнали тази комбинация от тях, при която сумарното време за чакане е минимално.

И в двата етапа изчисленията се провеждат само за комбинации удовлетворяващи ограничителните условия.

Обобщената блок-схема на алгоритъма е показана на фиг. 2.

Входните данни се въвеждат, като данните за интензивността на пристигане на превозните средства ($I_{\text{прист.}}$, бр./s) се актуализират в реално време за всяка лента на движение.

Броят на пристигналите автомобили за цикъл ($A_{\text{прист.}}^{\text{ц}}$) се определя съобразно продължителността на цикъла ($T_{\text{ц}}$) и интензивността на пристигане на автомобилите.

Броят на преминалите автомобили за всяка лента ($A_{\text{прем.}}^{\text{ц}}$) се определя съобразно времето за зелен сигнал (t_3) за потока и пропускателната способност на кръстовището ($I_{\text{проп.}}$, бр./s). Пристигналите автомобили за цикъл, които няма да успеят да преминават по време на зелен сигнал остават като брой чакащи автомобили за цикъл ($A_{\text{чак.}}^{\text{ц}}$).

$$A_{\text{чак.}}^{\text{ц}} = I_{\text{прист.}} * T_{\text{ц}} - I_{\text{проп.}} * t_3$$

Определя се броят на автомобилите в опашка ($A_{\text{чак.}}^{\text{N}}$) натрупана за N брой цикли на светофарната уредба.

$$A_{\text{чак.}}^{\text{N}} = (I_{\text{прист.}} * T_{\text{ц}} - I_{\text{проп.}} * t_3) + A_{\text{чак.}}^{\text{N}-1}$$

Броят цикли за изчисляване на опашката зависи от ъгъла на издигане/понижаване на тренда на интензивността на пристигане на автомобили в определен интервал от време.

Средното време за чакане на един автомобил за всяка лента зависи стойността на отношението $A_{\text{чак.}}^{\text{N}}/A_{\text{прем.}}^{\text{ц}}$:

- при $A_{\text{чак.}}^{\text{N}}/A_{\text{чак.}}^{\text{ц}} = 0$ времето за чакане на един автомобил е $t_{\text{чак.}} = (T_{\text{ц}} - t_3)/2$, а общото време за чакане на автомобилите ($T_{\text{чак.}}$) е

$$T_{\text{чак.}} = A_{\text{прист.}}^{\text{ц}} * t_{\text{чак.}}, s$$

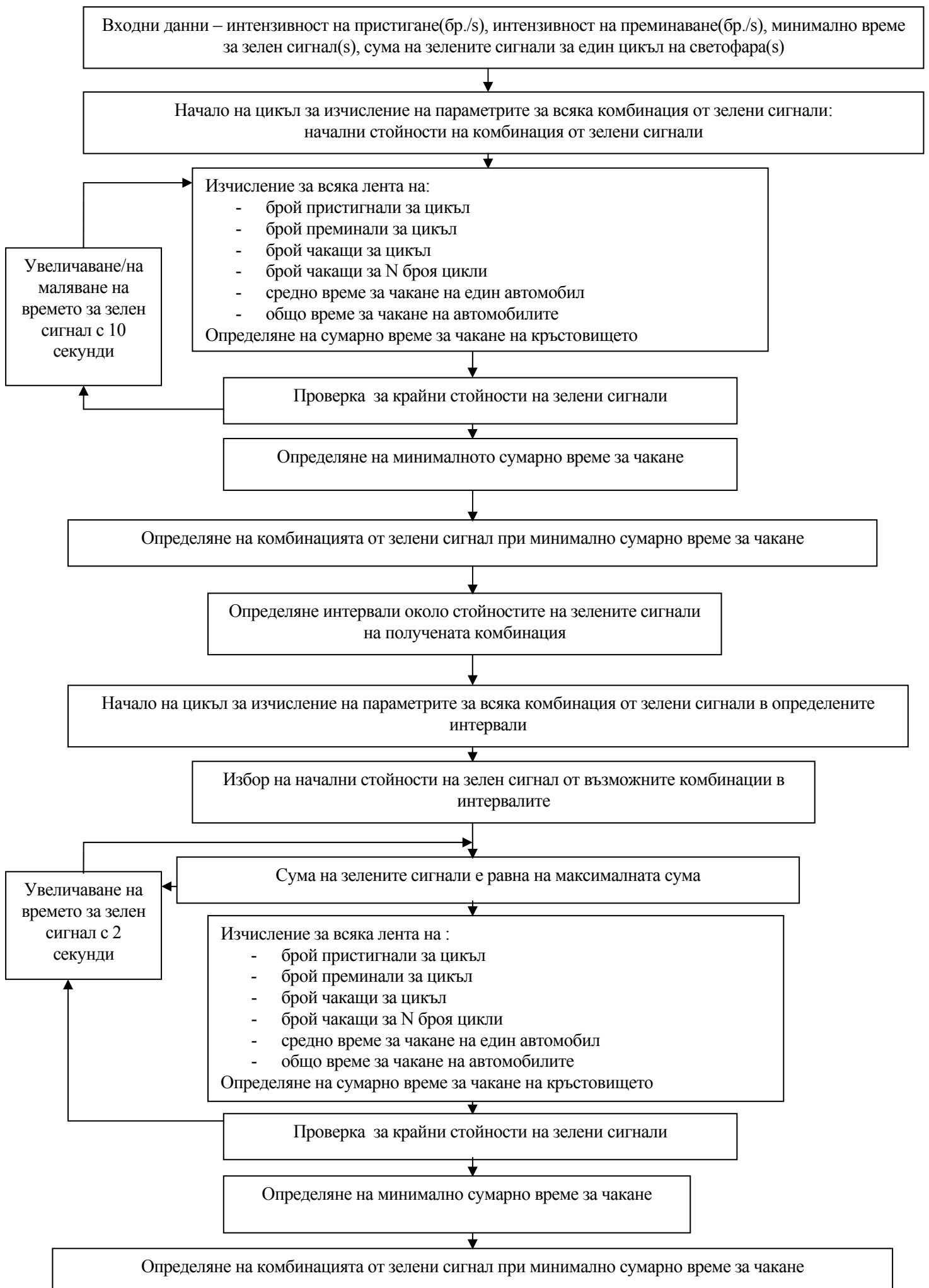
където $A_{\text{прист.}}^{\text{ц}}$ е броя на автомобилите пристигнали по време на червен сигнал за съответния поток;

- при $A_{\text{чак.}}^{\text{N}}/A_{\text{чак.}}^{\text{ц}} > 0$ времето за чакане на един автомобил е $t_{\text{чак.}} = (A_{\text{чак.}}^{\text{N}}/A_{\text{чак.}}^{\text{ц}}) * T_{\text{ц}} + T_{\text{ц}}/2$, а общото време за чакане на автомобилите ($T_{\text{чак.}}$) е

$$T_{\text{чак.}} = (A_{\text{прист.}}^{\text{ц}} + A_{\text{чак.}}^{\text{N}}) * t_{\text{чак.}}, s$$

Времето за чакане на кръстовището е сума от времената за чакане за всички ленти.

$$T_{\text{чак.}}^{\text{кр}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{чак.}i}, s$$



Фиг. 2 Блок – схема на алгоритъм за изчисляване времената на фази

4. Заключение

На базата на критерий минимално сумарно време за чакане е разработен алгоритъм за определяне на времената на зелените сигнали за кръстовище регулирано с повече от две фази.

Разработеният алгоритъм, с помощта на работа с интервали намалява броя на комбинациите, от там и на изчисленията.

Комбинацията от зелени сигнали с минимално време за чакане определена със стъпка 2 секунди е с достатъчна за практиката точност.

Относително малкият брой на изчисленията позволява разработеният алгоритъм да послужи за основа на програмното осигуряване за управление на светофарни уредби в реално време.

Литература

1. Кременец Ю. А., Печерский М. П., Технические средства регулирования дорожного движения, Транспорт, Москва, 1981.

2. Маджарски Е. М., Салиев Д. Н., Павлов А. И. Оптимизиране на времената на фазите на сложно кръстовище в гр. София, trans&MOTAUTO'08, Септември, 2008.

ALGORITHM OPTIMIZATION PHASES AND CYCLES OF LIGHT REGULATED INTERSECTIONS IN CHANGE THE PARAMETERS DEFINING THEIR DURATION

D. Saliev