

МЕТОД ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА АВТОМОБИЛНИЯ ТРАФИК, БАЗИРАН НА СИСТЕМА ЗА БЛИЗКА РАДИОЛОКАЦИЯ

Пламен Трендафилов

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: spacelab@space.bas.bg*

Ключови думи: Измерване на автомобилен трафик, близка радиолокация

Резюме: Разгледани са методи за автоматизирано измерване на автомобилния трафик, с определяне на преминалите типове автомобили като надстройка на интелигентна светлинна система за сигнализиране на пешеходни пътеки.

METHOD FOR MEASUREMENT OF THE VEHICLES TRAFFIC BASED ON THE SHORT RANGE RADIOLOCATION

Plamen Trendafilov

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: spacelab@space.bas.bg*

Keywords: short range radiolocation , traffic measurement, speed measurement

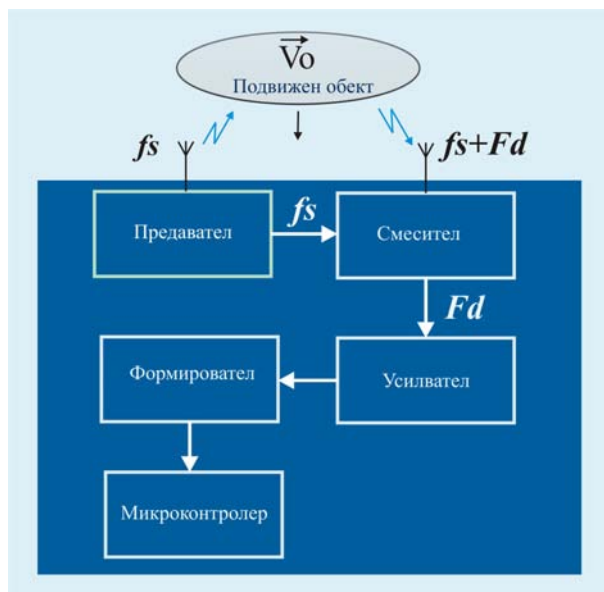
Abstract: The paper describes methods for automatic measurements of the traffic with recognition of the vehicle types as an additional level on the existing light guard signalization system for the pedestrian tracks on the road lane.

Нарастването на броя моторни превозни средства (МПС) прави необходимостта от измерване на автомобилния трафик все по актуална. Това важи в изключително голяма степен при управление на движението в градски условия, където повишеният трафик води до замърсяване на околната среда, загуба на време, ненавременна реакция на социални служби като пожарни, бърза помощ, полиция и др. В тази посока се работи много и към настоящия момент са известни редица системи за измерване параметрите на трафика. Използваните методи са индуктивни, пневматични, светлинни, лазерни, радиолокационни. Всеки един от тях има своите предимства и недостатъци, което води до идеята да се използват съвместно.

В този доклад се предлага създадената и успешно работеща светлинна система за сигнализиране за наличност на пресичащ пътното платно пешеходец да бъде интегрирана със система за близка радиолокация (СБРЛ) с цел да се открива наличието и да се измерва скоростта на движещо се по пътното платно МПС. Светлинните модули на системата са монтирани в пътното платно и притежават радиопрозрачни отвори, което позволява в тях да се монтира радиосензорът. На фиг.1 е показана редица светлинни клетки с монтираните в тях радиосензори, чийто сондиращ лъч е насочен към приближаващото пешеходната пътека МПС. За по-добро онагледяване са илюстрирани активните части от диаграмите на излъчване на всеки един радиосензор.



Фиг. 1. Разположение на радиосензорите на СБРЛ



Фиг. 2. Обща блокова схема на СБРЛ

На фиг. 2. е показана класическа блоковата схема на СБРЛ . Радиопредавателят излъчва сондиращ сигнал с честота f_s , сигналът се отразява от повърхостта на приближаващия се със скорост \vec{V}_0 обект, а на входа на приемната антена постъпва сигнал с честота

$$(1) \quad f_R = f_s + F_d ,$$

където F_d е компонентата на приетия сигнал (честота на Доплер). F_d е пропорционална на скоростта на сближаване на обекта към радиосензора. Приетият сигнал води до появата на изхода на смесителя на сигнал с честота F_d . Усиленият сигнал се формира в сигнал с правоъгълна форма, след което микроконтролерът измерва неговия период T_d . От измерения период се определя доплеровата честота F_d . Скоростта на сближаване на обекта с радиосензора се определя от (2).

$$(2) \quad \frac{F_d}{f_s} = \frac{2V_0 \cos \theta}{c}$$

Тук : c - скорост на светлината , θ - ъгъл между вектора на скоростта \vec{V}_0 и сондиращия радиолъч .

Когато θ е относително малък , зависимостта (2) приблизително се представя във вида

$$(3) \quad \frac{F_d}{f_s} = \frac{2V_0}{c} .$$

Така скоростта на приближаващия се обект може лесно да бъде определена от израза

$$(4) \quad V_0 = \frac{F_d \cdot c}{2f_s}$$

С намаляване на разстоянието до радиосензора, ъгълът θ расте и изчисленията по (4) губят смисъл . Затова за миродавни трябва да се приемат измерванията , получени веднага след откриване на приближаващото се МПС.

В разглеждания случай СБРЛ е реализирана посредством автодинна система, която обединява генератора на сондиращ сигнал, смесителя и антената (едновременно изпълняваща функциите на предавателна и приемна) в един блок, който има пределно проста схемно - конструктивна реализация.

Съгласно [1] при автодинен радиосензор от неговия изход се получава сигнал, чиято амплитуда U_s зависи обратно пропорционално от разстоянието L до крупна отразяваща повърхност :

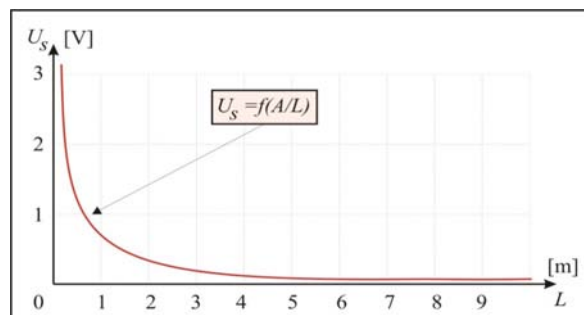
$$(5) \quad U_s = \frac{A}{L} ,$$

Съответно

$$(6) \quad A = f(S, \lambda, D, F_{\perp} N) .$$

Тук : S – радиочестотна чувствителност на сензора, λ – дължина на вълната на сондиращия сигнал , D, F_{\perp} – характеристики на антената, N – коефициент на отражение на отразяващата повърхност,

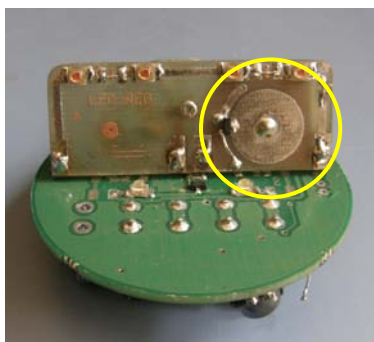
За по-добро онагледяване характерът на изменението на $U_s(L)$ при $A = const$ за типични стойности на разстоянието е показан на фиг. 3.



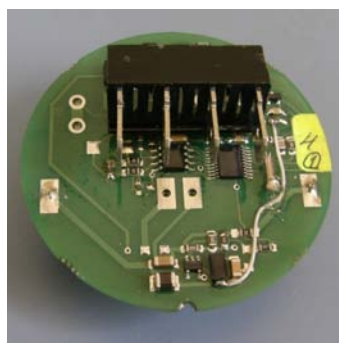
Фиг. 3. Зависимост на U_s от разстоянието до обекта L

Колкото по-близо се намира обектът, толкова по-бързо нараства амплитудата на сигнала и така може да се регистрира опасна близост на МПС . За различните МПС се очакват различни стойности на коефициента на отражение N , а с приближаването до радиосензора функцията F_{\perp} ще се променя в широки граници. Следователно системата е в състояние само да открива от няколко метра приближаващо се към пътеката МПС .

За доказване работоспособността на предлаганата система е разработен и тестван лабораторен макет на сензор за близка радиолокация, съобразен с вътрешната архитектура на светлинния модул на интелигентната система за сигнализация (фиг. 4 а) и б).



а) Сензор на СБРЛ



б) Обработка и управление на СБРЛ

Фиг. 4. Лабораторен макет на СБРЛ

В Таблица 1 са представени разчети за периода на доплеровия сигнал при получената честота на сондиращия сигнал $f_s = 4200\text{GHz}$ и предполагаема скорост на обекта в диапазона от 5 km/h до 240 km/h.

Таблица 1. Примерни разчети за периода на доплерова честота

СКОРОСТ	СКОРОСТ	f_s	F_d	T_d
км/ч	м/с	[MHz]	[Hz]	[ms]
5	1.39	4200	38.89	25.71
30	8.33	4200	233.33	4.29
100	27.78	4200	777.78	1.29
240	66.67	4200	1866.67	0.54

Вижда се, че стойностите за T_d от 25.71 ms до 540 μs , отговарящи на скоростен диапазон на обекта (5-240) km/h, могат да бъдат измерени с помощта на стандартни 16 битови микроконтролери достъпни на пазара.

Проведените тестове с лабораторния макет фиг.4 доказват възможността за създаване на система за контрол на трафика и скоростта на МПС.

Изводи:

Разледаната система за близка радиолокация позволява измерване на автомобилния трафик. Използваните сензори, вградени в системата за светлинна сигнализация, създават сериозна предпоставка за автоматично измерване на скоростта на МПС от най-малко две независими устройства, като позволяват дистанционно събиране на информацията от измерванията по отделни пътни ленти и посоки на движение по пътното платно. Разпознаването на МПС и определяне на скоростта им дава възможност за интегриране на съоръжението в интелигентни светофарни уредби. Недостатък на системата е, че при снежна покривка качеството на работа на СБРЛ значително се влошава.

Независимо от посочените недостатъци прилагането на СБРЛ в система за контрол на трафика е техническо решение с голям потенциал поради достатъчната точност на измерването, относително простото изпълнение и ниската цена за реализация.

Литература:

1. К о г а н, И. М. Близка радиолокация . М . “Соф. Радио” 1973.
2. Д е л у х и н, И. Радиосистемы ближнего действия . М..“Радио и связь” .1989.
3. G e n o v, P., S. T a n e v, P. T r e n d a f i l o v. Burst altitude with radio proximity fuzes . Military Technologies and Systems Conference. Sofia 2011.
4. Т р е н д а ф и л о в, Пл., С т. Т а н е в, П. Г е н о в. Метод за стабилизиране на височината на разрывите при радиовзривателите . Юбилейна научна сесия НВУ – факултет “Авиационен”, гр. Д. Митрополия, 2014.