

**АДАПТИВНО ПРАГОВО УСТРОЙСТВО ЗА СИСТЕМА ЗА БЛИЗКА
РАДИОЛОКАЦИЯ****Петър Генов, Стоян Танев, Пламен Трендафилов***Институт за космически изследвания – Българска академия на науките***ADAPTABLE THRESHOLD DEVICE FOR PROXIMITY RADIOLOCATION
SYSTEM****Petar Genov, Stoyan Tanev, Plamen Trendafilov***Space Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences***Keywords :** *proximity radiolocation , Doppler system*

Abstract: *A method is suggested for substantial decrease of the impact of the first coating's reflection properties on the height assessment performed by a fast converging Doppler system for proximity radiolocation. A corresponding analogue adaptive threshold device is presented, as well as results from its operation with real signals from the radiosensor of the proximity radiolocation system.*

В близката радиолокация широко се използва непрекъснат сондиращ сигнал, който в най-простия случай е немодулиран. Теоритично се предполага, че отразяващата повърхност /грундът/ представлява равнина с относително неограничени размери. При тези условия отразеният сигнал е еднолъчев и се разпространява перпендикулярно на отразяващата равнина. Съответно от радиосензора се получава информационен Доплеров сигнал, чиято амплитуда е обратнопропорционална на височината H :

$$U_S = A/H .$$

Величината A предствалва функция от :

S - радиочестотна чувствителност на сензора,

D, F_{\perp} - характеристики на антената,

N – коефициент на отражение на целта /грунда/,

λ – дължина на работната вълна на радиосензора.

По принцип най-вече поради това, че за повечето реални земни повърхности $N = 0.3 \div 0.9$, стойността на A може да варира в широки граници.

Задачата за откриване на предварително зададена височина H_B над грунда може да се реши приблизително посредством прагово устройство, реагиращо при достигане на определена прагова амплитуда на изходния сигнал U_T . Ясно е, че при $U_T = \text{const}$, височината H_B ще се променя пропорционално на промените на величината A . Тази зависимост на оценката на височината от отражателните свойства на грунда води до значителни и в много случаи - неприемливи неточности. Естествено, ако по някакъв начин се работи с адаптивен праг $U_T \equiv A$, то H_B няма да зависи от факторите, определящи A .

В доклада се разглежда адаптивно прагово устройство, което е приложимо за системи за близка радиолокация / СБРЛ/, работещи в условията на бързо сближаване с грунда.

За амплитудата на доплеровата компонента на приетия отразен сигнал може да се запише изразът :

$$(1) \quad U_S = A / (H_0 - v_{\perp} t^*) \quad .$$

Съответно H_0 е височината над грунда в даден момент, обозначен с $t^* = 0$, а v_{\perp} е вертикалната компонента на скоростта на сближение на СБРЛ към грунда.

Изразът (1) е удобно за се приведе във вида

$$(2) \quad U_S = A/H_0 (1 - x), \quad \text{където } x = v_{\perp} t^* / H_0 .$$

Нека се формира прагово напрежение

$$(3) \quad U_T = \int U_S dx .$$

Пред вид на (2) се получава

$$(4) \quad U_T = - (A/H_0) \ln | 1 - x | + C .$$

$$(5) \quad \text{При } x = 0 \text{ се приема } C = A/H_0 .$$

Тогава

$$(6) \quad U_T = (A/H_0) [1 - \ln | 1 - x |] .$$

Нека системата да реагира на определена височина в момента, когато

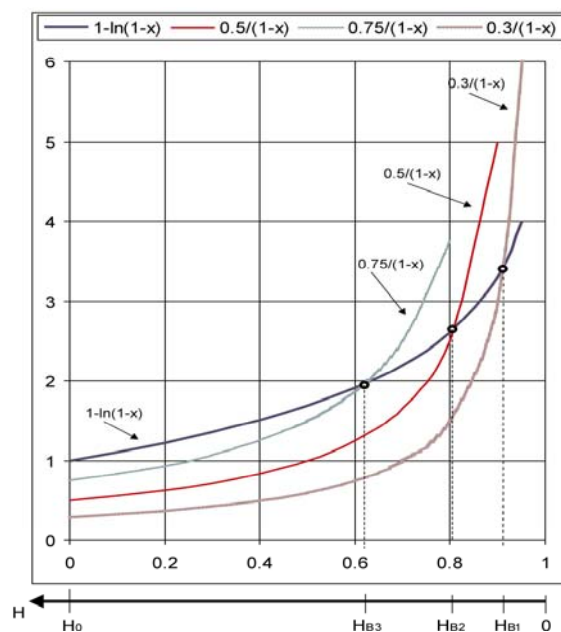
$$(7) \quad U_S^* = U_T , \quad \text{като } U_S^* = KU_S .$$

За целта трябва да се реши уравнението

$$(8) \quad K/(1 - x) = 1 - \ln | 1 - x | \quad \text{за } 0 < x < 1 .$$

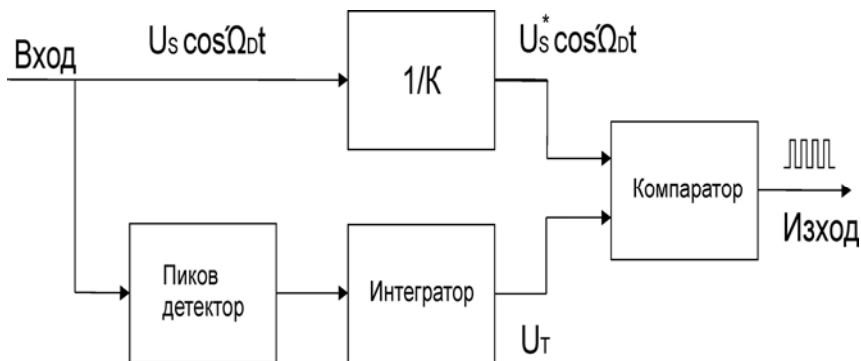
Вижда се, че при известна H_0 , търсената височина се дефинира единствено от K . На Фиг.1 е представено графично решение на (8) за $K = 0.3, 0.5, 0.75$.

Горният формален анализ бе направен с цел да се опише работата на системата при формиране на адаптивен праг, създаден от интегратор. Интеграторът по принцип представлява инерционно устройство, реагиращо на нивото на сигнала. Както беше указано в началото, самият сигнал теоретично расте обратно пропорционално на намаляващата височина и при сравнително по-голяма стойност на текущата височина относителната амплитуда на сигнала слабо нараства в течение на времето. Затова с определено приближение може да се твърди, че височината H_0 , след която амплитудата на сигнала започва относително забележимо да расте, практически няма да зависи от отражателните свойства на грунда и да се приеме за константа за определена дължина на работната вълна. Следователно, използвайки такъв адаптивен праг, може да се очаква съществено стабилизиране на височината H_B в условията на променящи се отражателните свойства на грунда.



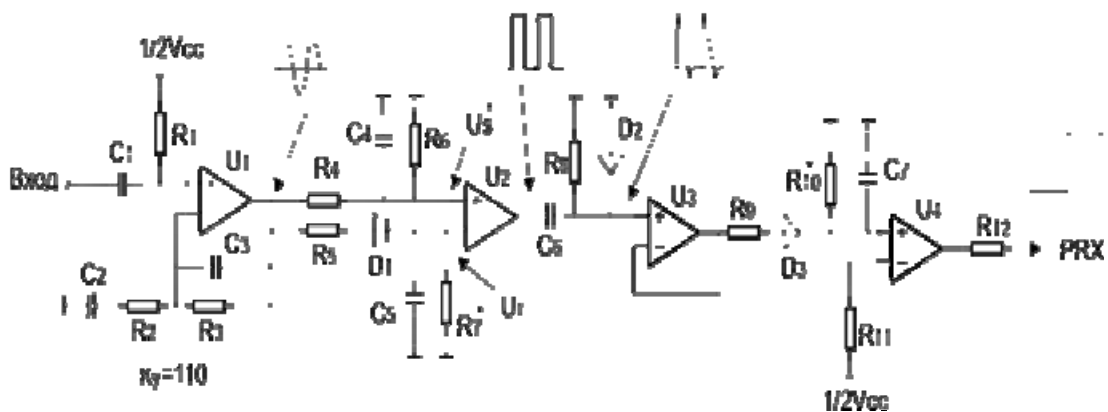
Фиг. 1

Уравнението (8) може да се реши от аналогово електронно устройство, чиято блокова схема е представена на Фиг.2 .Към входа на устройството се подава доплеровата компонента на сигнала от радиосензора $U_s \cos \Omega_D t$, където Ω_D е честотата на Доплер. На изхода сигналът преминава от логическо ниво "0" към логическо ниво "1" в момента, когато $U_s^* \cos \Omega_D t = U_T$ и представлява поредица от импулси, след чиято обработка се взема решението. Изборът на височината се осъществява чрез задаване на коефициента K .



Фиг. 2

На Фиг. 3 е показана електрическа схема на адаптивно прагово устройство, построено по изложената идея. Усиленият от U_1 сигнал се подава към делителя R_4 , R_6 и към пиковия детектор с интегратор R_5 , D_1 , C_5 . След това изходните сигнали от делителя и интегратора се сравняват от компаратора U_2 . Посредством диференциране се създават импулси с постоянна продължителност и честота на следване, равна на Доплеровата честота. Тази поредица зарежда кондензатора C_7 и след достигане на определено ниво изходната схема U_4 създава сигнал, предизвикващ дадействане на изпълнителното устройство на системата. Приложената допълнителна обработка на сигнала от компаратора спомага да се намали влиянието на определени колебания на амплитудата на сигнала от изхода на радиосензора върху коректността на оценката.



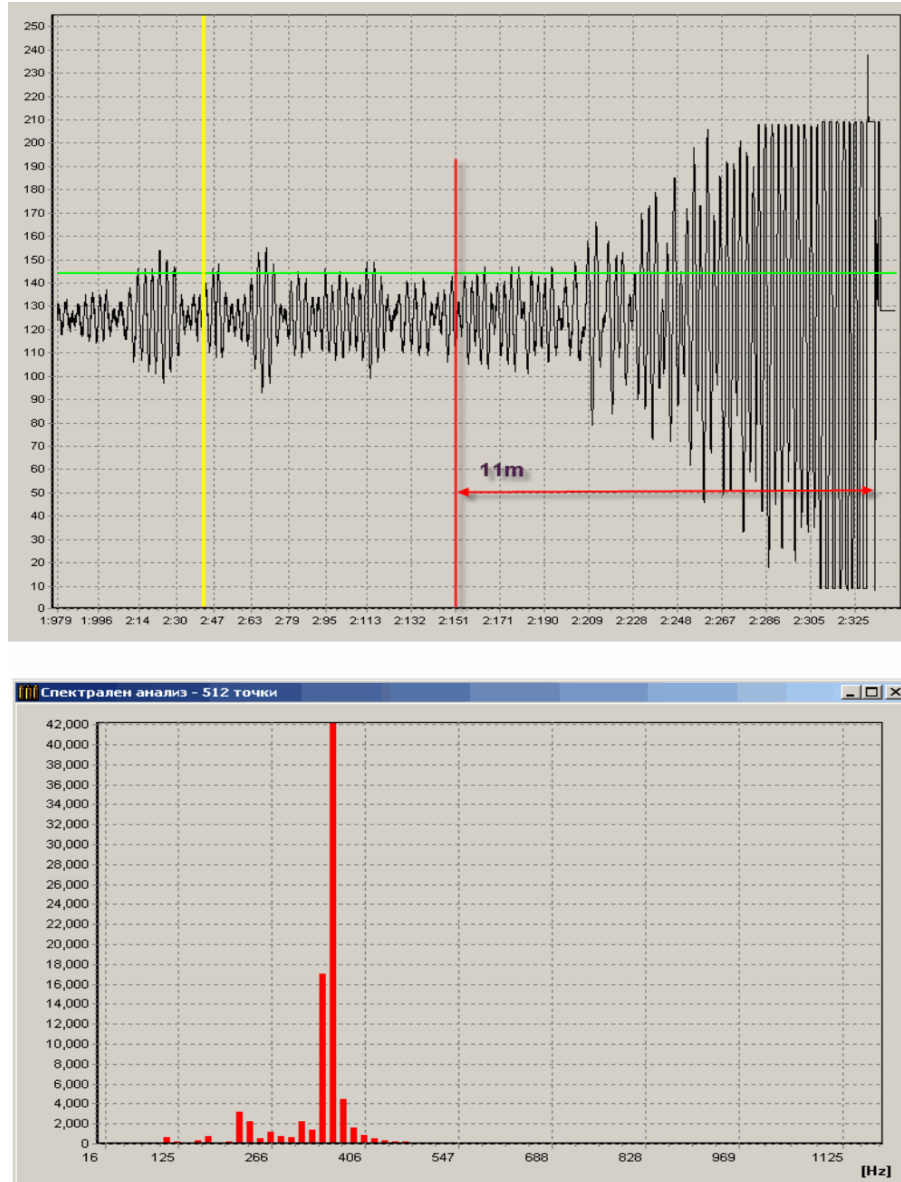
Фиг. 3

Работата на горната схема бе проверена с използване на реални сигнали, получени след запис от вграден цифров рекордер.

В реални условия радиосензорът може да приема сигнал, който представлява сума от няколко отразени лъча следствие на това, че върху земната повърхност може да се намират различни предмети или тя да не е достатъчно гладка. Тогава на изхода на радиосензора сигналът в първо приближение се явява сума от най-малко две хармонични трептения, зависещи по амплитуда от височината но различен закон, чиито честоти, макар и близки, са различни. На Фиг. 4 е показан запис на реален изходен сигнал от радиосензор при многолъчево приемане. В случая изходният сигнал се характеризира с множество възли и върхове. На фигурата допълнително е показан спектралният състав на сумарния изходен

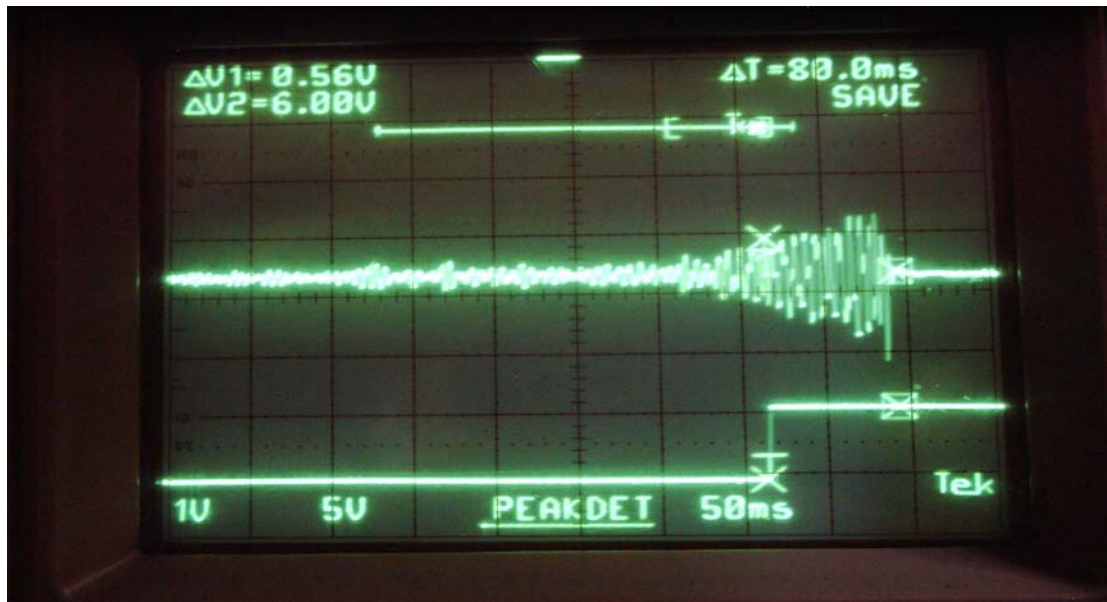
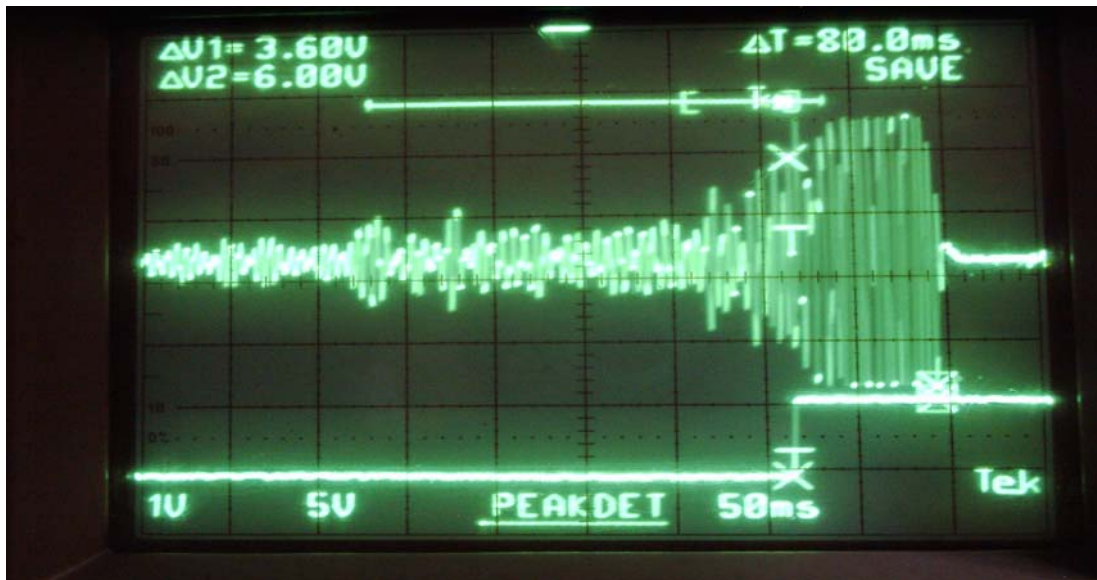
сигнал за времето. При огледална отразяваща повърхност спектърът на сигнала трябва да има само една съставна.

В тези условия посредством елементарно прагово устройство задачата за определяне на височината не може да бъде решена коректно, тъй като сумарният изходен сигнал може да превиши праговото напрежение преди достигане на зададената височина H_B . За някои конкретни приложения задействането на изпълнителното устройство на системата на големи височини е неприемливо.



Фиг. 4

На Фиг. 5 са показани осцилограми на реален сигнал с две силно различаващи се амплитуди / няколко пъти / и получените изходни сигнали от устройство, чиято схема бе коментирана по-горе. Вижда се, че в двата случая системата се задейства на приблизително еднакви височини. Съответно височината $H_B = \Delta T \cdot v_{\perp}$. Тук ΔT е времето, което би било необходимо за намаляване на височината до нула. Схемата реагира при $\Delta T \approx 80 \text{ ms}$, което при $v_{\perp} = 60 \text{ m/s}$, означава $H_B \approx 4.8 \text{ m}$.



Фиг. 5

Значително по-добри резултати могат да се очакват при използване на модулиран сондиращ сигнал, който при подходящо избран закон на модулацията /най-често - честотна/ притежава оптимална автокорелационна функция. Този метод позволява съществено да се намали влиянието на отразяващата способност на грунда върху височината на задействане и също така да се снижи отрицателният ефект от многолъчевото приемане. Характерно за метода е, че може да се използва за работа на много малки височини – от порядъка на няколко метра.

Литература:

1. К о г а н И. М. Близняра радиолокация. М., Сов. Радио, 1973.