

## Анализ на информационния потенциал на радиотехнически системи, използващи ефекта на нелинейно отражение на електромагнитните вълни

Дилян Димитров

*Analyzing of the information potential of the radio-technical system, using the effect of nonlinear reflection of the electromagnetic wave: In this paper is done analyze of the information potential of the nonlinear systems. Non linear coefficient is calculated for pivot antenna charged whit nonlinear element. Shown is increasing of the attitude between signal and noise (s/n) of the receiver's entre.*

*Key words: information potential, pivot antenna*

### ВЪВЕДЕНИЕ

За извършването на анализ на информационния потенциал на дадена радиотехническа система е необходимо да бъдат разгледани отделните нейни характеристики, определящи възможностите на системата по откриване на обекти, определяне на техните координати и принадлежност.

Радиотехническите системи могат да се разделят условно на системи използващи нелинейното отражение на електромагнитните вълни и системи използващи стандартната радиолокация, където не се отчита нелинейното отражение на електромагнитните вълни. В общия случай структурата им е аналогична.

Свойствата и на двата вида радиосистемите се описват с техните основни характеристики. Тези характеристики определят възможностите на самата радиосистема при изпълнение на поставените задачи и биват входни и изходни.

Изходните характеристики се подразделят на: енергетични, метрически и експлоатационни.

Задаването на конкретни входни характеристики на системата еднозначно определя изходните характеристики на системата. Това е правата задача за определянето на характеристиките на системата. Така, енергетичните изходни характеристики (в частност, разстоянието на действие при зададено качество на откриване на сигнала) напълно се определят чрез входните характеристики.

При синтеза (проектирането) на радиосистемите се решава обратната задача: по зададени изходни характеристики на системата да се намерят входните. Сложността на тази задача се състои в това, че тя няма еднозначно решение: едни и същи изходни характеристики се осигуряват при различни входни характеристики на системата. Например, голямо разстояние на откриване може да се постигне като се увеличи енергията на излъчване, но може да се постигне и при увеличаване на ефективната площ на антената; точността при измерването на ъглови координата може да се повиши, като се увеличи размера на антената или като се намали дължината на вълната. Основната задача при проектирането е да се намери най-икономичното решение.

### ИНФОРМАЦИОНЕН ПОТЕНЦИАЛ НА РТС

Информационният потенциал на една радиотехническа система означава възможността на същата да осигурява необходимата информация за местоположението на обектите в пространството, тяхното разпознаване, както и да дава информация за техните характеристики. Информационният потенциал зависи пряко от характеристиките на системата, изброени в изложението. Повишението на стойностите на параметрите на някои от характеристиките на системите води до повишаване на информационния потенциал на системата като цяло.

При повишаване на енергетичния потенциал на системата се повишава

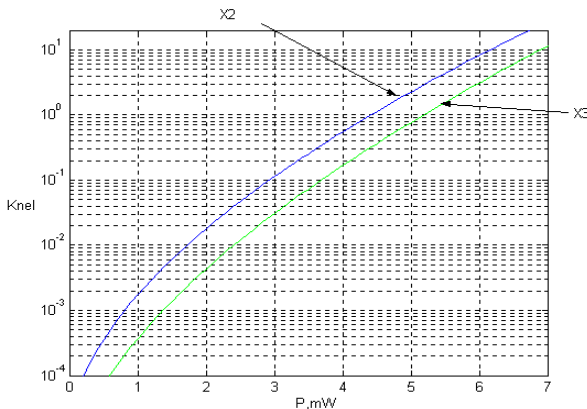
разстоянието на откриване. Ефект от повишението на енергетичния потенциал е и повишението на шумоустойчивостта на системата.

Част от информационния потенциал на дадена радиотехническа система е получаването на информация за обекти, маскирани на фона на отражения от обекти с естествен произход.

Възможността на системата за разпознаването на конкретни обекти също е част от информационния потенциал. Тези възможности за повишаване на информационния потенциал на радиотехническите системи могат да се реализират от радиолокационни станции, използващи нелинейното отражение електромагнитните вълни.

Направения анализ на информационния потенциал на радиотехническите системи е изразено в повишаване на мощността на отразения сигнал на входа на приемника.

За решаването на тази задача е необходимо да се използват зависимостите за коефициента на нелинейност, показани в [1] и резултатите от симулационните модели, показани в [2]. Приемането и обработката на отразените сигнали се извършва в съответствие с направения анализ в [3] и [4].



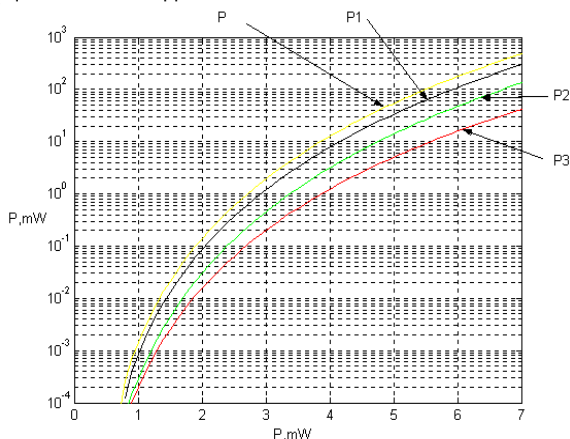
Фигура 1 Зависимост на коефициента на нелинейност за втория и третия хармоник от мощността на входа на нелинейния елемент

На фигура 1 е показана зависимостта на коефициента на нелинейност за втория и третия хармоник от мощността на входа на нелинейния елемент (вibratorна антена натоварена с диод ГИ301), като е използвано компютърно моделиране [5]. От получената зависимост следва, че за избрания тип нелинейност, зависимостта  $K_n=f(P)$  е достатъчно силна в почти целия диапазон 1-6 mW, а на участъка 6-7 mW тази зависимост отслабва. Това се обяснява с факта, че нелинейният елемент започва да се насища. С помощта на коефициента на нелинейност може да се изчисли ефективната отразяваща повърхност за съответния хармоник на обекти с нелинейни свойства.

Съществува и друг тип коефициент на нелинейност, т. н. относителен коефициент на нелинейност. Той показва каква част от отразената мощност се е превърнала в мощност на висшите хармоници в сравнение с пълната отразена мощност и е равен на отношението на отразената мощност за N-я хармоник към отразената пълна мощност от нелинейния обект. Дава се със следния израз

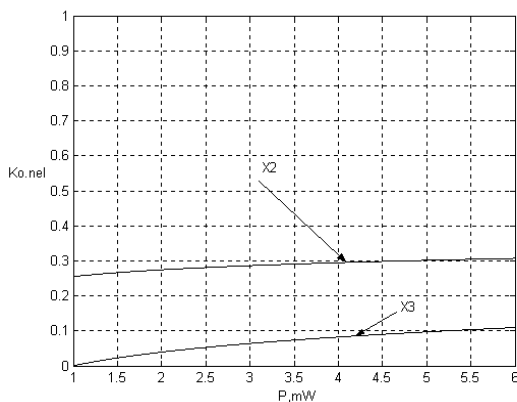
$$K_{от.нел} = \frac{P_{N.но}}{P_{но}} \quad (1).$$

За vibratorна антена, натоварена с диод ГИ 301, на фигура 2 е показана стойността на пълната мощност на отразения сигнал  $P$  ( ), мощността за първия хармоник  $P_1$ , за втория хармоник  $P_2$  и за третия хармоник  $P_3$  при различни стойности на мощността на входа на нелинейния елемент.



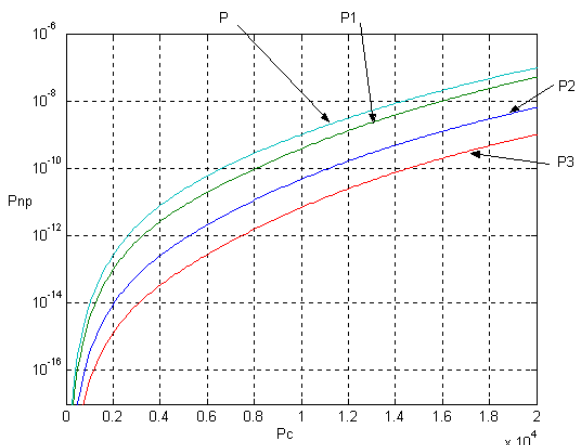
Фигура 2 Зависимост на мощността на отразения сигнал, за първия, втория и третия хармоник от мощността на входа на нелинейния елемент за vibratorна антена натоварена с диод ГИ 301

Както се вижда от фигурата в третия хармоник  $P_3$  има значителна част от мощността на отразения сигнал. От тази графика лесно може да се определи относителният коефициент на нелинейност.



Фигура 3 Зависимостта на относителния коефициент на нелинейност за втория  $X_2$  и третия  $X_3$  хармоник от мощността на входа на нелинейния елемент

На фигура 3 е показан относителният коефициент на нелинейност за различните стойности на мощността на входа на нелинейната система, изчислен по формула (1). Независимо от изменението на стойността на мощността коефициентът на нелинейност за третия хармоник остава почти постоянен в рамките на  $0.08 \pm 0.12$ . Това показва, че между 8% и 12% от енергията на отразения сигнал е разпределена в третия хармоник. Стойността на коефициента на нелинейност за втория хармоник е в рамките на  $27 \pm 30$ .



Фигура 4 Мощността на входа ( $P$  – пълната мощност,  $P_1$  – мощността на основния хармоник,  $P_2$  – мощността на втория хармоник,  $P_3$  – мощността на третия хармоник) на приемника в зависимост от излъчваната мощност  $P_c$

На фигура 4 е показана пълната мощност на отразения сигнал на входа на приемника, както и мощностите на основния, втория и третия хармоник в зависимост от мощността на сондиращия сигнал.

Като се вижда от графиката мощността във втория и в третия хармоник е от 10.5% до 12.7%. При приемник настроен само на честотата на основния хармоник ще се губи тази мощност на отразения сигнал. При предложената нелинейна обработка в [3] тази част от мощността се приема. Симулационният модел е с филтрова система, която е настроена на честотата на основния (3000MHz), на втория (6000MHz) и третия (9000MHz) хармоник. Поради високото ниво на шумове след третия хармоник не се появяват по-висши хармоници. Енергията тук е разпределена в повече хармоници (втори и трети). Ето защо тяхното приемане в РЛС дава увеличение на мощността на входа на приемника с 10 процента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Енергетичният потенциал на радиотехническата система се явява не еднозначна характеристика на системата. Той се реализира при условие на съгласуване на динамичния диапазон на нелинейния обект. При силна нелинейност на характеристика на нелинейния обект е необходимо да се повишава чувствителността на приемника, а при слаба нелинейност на характеристиката е необходимо да се повишава мощността на сондиращия сигнал, за да се увеличи големината на средната мощност на приемания сигнал.

Приемането и обработката на висшите хармоници повишава енергията на приетия сигнал. Това води до увеличаване на мощността на сигнала на входа на приемника, което увеличава отношението сигнал/шум с 10% за модела на вибраторната антена натоварена с нелинеен елемент.

Направения анализ на информационния потенциал, позволява да се определи спектралния състав на отразеното поле. Това открива възможност за повишаване на енергетичния потенциал на РТС.

**ЛИТЕРАТУРА**

[1] Димитров Д. И. // Анализ на коефициента на нелинейност при радиотехнически системи, използващи ефекта на нелинейно отражение на електромагнитните вълни, научна конференция, РУ „А. Кънчев”, Русе, октомври 2008г., в печат.

[2] Dimitrov D. I. // Mathematical and simulation models for electromagnetic waves dispersion from stub (pivot) antenna, charged with non-linear semiconductor element, Bucharest 2007, CD

[3] Димитров Д. И., Василев В. М. // Приемане и обработка на отразен сигнал от обекти с нелинейни характеристики (Receiving and processing of the reflected signal from objects with nonlinear characteristics), – Четвъртата международна конференция “Високите технологии в борбата срещу тероризма” – Пловдив, Хемус, 2008г., в печат.

[4] Yingcheng D., Rothwell E., Chen K., Time domain imaging of radar target using algorithm for reconstruction from projection, IEEE Trans. Ant. Propagation, 1997, V. AP – 45 №8, p. 1227.

[5] Радев Д., Илиев Т., Христов, Г., „Компютърно моделиране на телетрафични системи”, Русе, Печатна база на Русенски Университет „Ангел Кънчев”, 2008

**За контакти:**

Ст. асистент Дилян Димитров, д-р, Катедра “ОУТП от ПВО, ЗРВ и РТВ”, НВУ „В. Левски”, факултет „А, ПВО и КИС”, Шумен Тел.: 052 801 040, E-mail: dilyaniv@abv.bg.

**Докладът е рецензиран.**