

Władysław Pekała  
Janusz Szopa  
Instytut Matematyki i Informatyki  
Politechniki Częstochowskiej  
PL, 42-200 Częstochowa

## RÓWNANIE DUFFING'A Z LOSOWYM PARAMETREM

Rozważać będziemy nieliniowy stochastyczny układ dynamiczny opisany równaniem Duffing'a postaci:

$$\ddot{x} + a \dot{x} + c x^3 = d(\omega) \cos t \quad (1)$$

gdzie  $d(\omega)$  jest zmienną losową o rozkładzie równomiernym. Dla przypadku zdeterminowanego oraz  $a = 0.1$ ,  $c = 1$ , ruch chaotyczny występuje dla  $9.9 \leq d \leq 11.6$  a przy odpowiednim doborze warunków początkowych także dla  $11.6 \leq d \leq 13.3$  [1]. Do dalszych obliczeń przyjęto, że  $d(\omega)$  jest zmienną losową o rozkładzie równomiernym w przedziale  $[10, 10.4]$  a więc dla wszystkich jej wartości występuje ruch chaotyczny układu (1). Zaobserwowano, że wartość średnia rozwiązania równania po wstępnym okresie zachowuje się bardzo nieregularnie a dopiero później następuje bardziej regularna jej zmiana. Nie jest to jednak funkcja okresowa. Można też się o tym przekonać na podstawie mapy Poincaré'go. Mapa dla wartości średnich jest skoncentrowana na mniejszym obszarze - przedstawia zagęszczone skupisko punktów, co pozwala stwierdzić, że wartość średnia zachowuje się "mniej chaotycznie" w stosunku do poszczególnych realizacji rozwiązania równania (1). Zbadano także funkcję autokorelacji i gęstość spektralną równania Duffing'a.

Funkcja autokorelacji dla wartości średniej nie jest okresowa, jednak bardziej nieokresowa jest ona dla poszczególnych realizacji rozwiązania równania zdeterminowanego.

Gęstość spektralna wartości średniej rozwiązania (przemieszczenia) równania (1) jest wolniej zmienna aniżeli dla rozwiązania równania zdeterminowanego.

WNIOSEK: Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono silny wpływ losowości na przebieg charakterystyk ruchu chaotycznego. Wpływ ten przejawia się tym, że są one bardziej "regularne" tak jakby ruch dążył do ruchu okresowego [1,2].

1. J. Szopa i inni, Sprawozdania C.P.B.P. nr 02.19.03.22, Politechnika Warszawska, Instytut Transportu, 1988-90.

2. J. Szopa, Zarys teorii układów chaotycznych, Politechnika Częstochowska, skrypty [w druku].