

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Głównym celem naukowym projektu jest weryfikacja hipotezy, według której istnienie wieloczęstościowych (tzn. N -częstościowych, gdzie $N \geq 3$) rozwiązań quasi-periodycznych jest zjawiskiem powszechnym w zamkniętych szeregach (pętlach) sprzężonych oscylatorów nieliniowych oraz rozpoznanie mechanizmu i warunków procesu dynamicznego, które muszą być spełnione aby takie rozwiązanie zaistniało.

Typowym efektem dynamicznym obserwowanym w takich układach wielu oscylatorów sprzężonych jednokierunkowo w zamknięte pętle jest występowanie tzw. fali rotacyjnej wędrującej wzdłuż tej pętli. Zgodnie z przyjętą hipotezą synchronizacja takiej fali rotacyjnej z indywidualnymi odpowiedziami oscylatorów węzłowych oraz korelacja z innymi niezależnymi falami rotacyjnymi, w przypadku złożonych konfiguracji jednokierunkowych sprzężeń może prowadzić do pojawienia się statecznych N -częstościowych rozwiązań quasi-periodycznych (w wyniku kolejnych bifurkacji Hopfa zachodzących wskutek zmian parametru sprzężenia). Według tego scenariusza każda kolejna bifurkacja wprowadza nową, niewspółmierną częstość drgań, a zatem po serii N bifurkacji Hopfa rozwiązanie na atraktorze powinno przyjąć formę N -wymiarowego torusa. Pierwszy raz taki scenariusz wymiarowo rosnącej quasi-periodyczności został przedstawiony przez Landaua i Hopfa jako wyjaśnienie przejścia do ruchu turbulentnego. Późniejsze badania Newhousa, Ruelle i Takensa wykazały, że po trzeciej bifurkacji Hopfa pojawia się dziwny atraktor chaotyczny, jako efekt dowolnie małego zaburzenia torusa 3D (tzw. scenariusz NRT). Z drugiej strony, inni naukowcy przedstawili numeryczne, eksperymentalne i analityczne rozwiązania, w których potwierdzili występowanie statecznego torusa 3D.

Ogólna koncepcja badań przewiduje następujące etapy realizacji projektu, które mogą być traktowane jako zadania projektowe:

1. Rozbudowa szeregów modeli numerycznych sprzężonych oscylatorów o zróżnicowanej złożoności (proste pętle, mniej lub bardziej złożone połączenia między oscylatorami) jednokierunkowego sprzężenia w dwóch wariantach:
 - układy ciągłe (oscylatory Duffinga, Van der Pola, układy Lorenza i Rosslera),
 - układy dyskretne (mapy logistyczne, okręgu lub Henona).
2. Analiza bifurkacyjna opracowanych modeli potwierdzona obliczeniami wykładników Lapunowa oraz analizą FFT.
3. Szczegółowa numeryczna i teoretyczna analiza zidentyfikowanych, wielowymiarowych rozwiązań quasi-okresowych.
4. Budowa stanowiska eksperymentalnego (obwodu elektrycznego) dla najciekawszych, zaobserwowanych numerycznie przypadków wielowymiarowych quasi-okresowości.
5. Eksperymentalna weryfikacja wyników numerycznych i analiza wpływu niedopasowania parametrów na stateczność obserwowanego rozwiązania.

Podsumowując, powodem podjęcia tej tematyki badawczej jest potwierdzenie przyjętej hipotezy badawczej, wg której możliwe jest urzeczywistnienie klasycznego scenariusza przejścia do turbulencji/chaosu poprzez sekwencję kolejnych (co najmniej trzech lub więcej) bifurkacji Hopfa.